Anno IV. TORINO, Dicembre 1910. Num. 12.

RIVISTA DI ASTRONOMIA

E SCIENZE AFFINI

Bollettino della Società Astronomica Italiana

EDITO DALLA STESSA

Sede Principale: **TORINO, Via Maria Vittoria, num. 23**

presso la Società Fotografica Subalpina

TORINO

TIPOGRAFIA G. U. CASSONE

Via della Zecca, 11.

1910.

SOCIETÀ ASTRONOMICA ITALIANA = TORINO =

Via Maria Vittoria, N. 23

presso la **SOCIETÀ FOTOGRAFICA SUBALPINA**

Fondata nel 1906

CONSIGLIO DIRETTIVO

Avviso relativo alla Corrispondenza della Società.

1° L'invio delle quote sociali, degli abbonamenti alla Rivista, delle inserzioni, ecc. deve essere fatto al *Tesoriere* dottor FELICE MASINO, via Maria Vittoria, num. 6, Torino.

2° Per la redazione della Rivista e per l'ordinaria amministrazione della Società, indirizzare la corrispondenza al *Segretario* dott. VITTORIO FONTANA, Palazzo Madama, Torino.

Anno IV. Torino, Dicembre 1910. Num. 12.

RIVISTA DI ASTRONOMIA
E SCIENZE AFFINI
Bollettino della Società Astronomica Italiana
(edito dalla stessa)

Abbonamento per Italia ed Estero L. 12 all'anno
Un fascicolo separato L. 1.

Direzione: TORINO, Via Maria Vittoria, num. 23
presso la Società Fotografica Subalpina

Deposito per l'Italia: Ditta G. B. Paravia e Comp. (Figli di I. Vigliardi-Paravia)
Torino-Roma-Milano-Firenze-Napoli.
" per l'Estero: A. Hermann, Libraire-éditeur, rue de la Sorbonne, 6, Paris.

L'EVOLUZIONE DELL'ASTRONOMIA NAUTICA

Introduzione. — 1. *Il problema fondamentale dell'Astronomia nautica.* — 2. *La soluzione moderna del problema.* — 3. *Le rette d'altezza.* — 4. *Le bissettrici d'altezza.* — 5. *Le vecchie soluzioni del problema nautico, perchè sopravvivono, come farle scomparire.* — 6. *L'avvenire dell'Astronomia nautica.*

Alla richiesta fattami dal chiar.mo prof. Cerulli di scrivere sulla *Rivista di Astronomia* intorno alle determinazioni di posizione eseguite dai naviganti colle osservazioni astronomiche, subito riconobbi l'opportunità di una così fatta pubblicazione.

I capitani di mare, torturati dalle domande ingenue dei passeggeri, ben sanno che anche alle persone di vasta coltura non di rado destano stupore ed ammirazione i felici *atterraggi* compiuti dopo alcuni giorni di navigazione: i profani non sanno infatti darsi spiegazione del come possa il capitano, quando sta per finire la traversata di un Oceano, predire con sicurezza il momento in cui si avvisterà la terra ed il punto della costa verso il quale è diretta la prora della nave.

Ma se l'ignoranza generale dei principî dell'Astronomia nautica apparisce naturale quando si pensa al poco o nessun conto nel quale è tenuto l'insegnamento della Geografia matematica e dell'Astronomia sferica

nelle scuole secondarie e nelle Università, non bene spiegabile è il fatto che anche gli Astronomi ed i Geodeti di professione o di passione, anche quelli che esplicano ammirabile e benefica attività scientifica, non di rado hanno idee vaghe od antiquate sull'Astronomia nautica, tanto importante come scienza pura e come scienza applicata e così strettamente connessa alle ordinarie investigazioni dell'Astronomia sferica e della Geodesia: se pur v'ha chi a tal regola fa onorevole eccezione, come ad esempio, in Italia, il Millosevich, i modesti cultori dell'Astronomia nautica non possono non deplorare che alla loro scienza vengano negati elementi di vitalità e di progresso da Uomini così largamente provvisti d'ingegno e di mezzi di studio e che verso di essa dovrebbero avere interesse paterno.

Coll'autorevole incitamento dell'amato nostro Presidente, avendomi Egli ricordato che fra gli scopi della Società Astronomica Italiana — qual sorse nella mente e nell'opera del tanto benemerito prof. Boccardi — è primissimo quello di volgarizzare la scienza astronomica, facendone conoscere almeno i più accessibili problemi a coloro i quali, senza essere in essa profondamente versati, possono ancora beneficarla, col dare sussidi materiali e morali, ed esserne beneficati, col ritrarne diletto ed ammaestramento, mi propongo qui di esporre in forma sintetica *come si naviga* quando, lontano da ogni terra, guida al cammino si può trovare solo negli strumenti che la nave porta con sè, nell'uniforme orizzonte delle acque e nella vôlta del cielo. E poichè dovrò parlare dei progressi fatti dall'Astronomia nautica, la di cui essenza sta appunto nel problema ora enunciato, ed accennare alle questioni che ancora rimangono parzialmente o totalmente insolute, mi lusingo anche che possa la mia esposizione invogliare gli studiosi a voler dare la loro opera per far progredire, ciascuno nel proprio campo speciale, l'arte del navigare che per le nazioni marittime è fonte perenne di gloria e di ricchezza.

1. — Nei diversi punti della superficie fisica della Terra, diverse sono, almeno per quanto fino ad oggi è risultato, le *direzioni* delle rette verticali (definite come le rette perpendicolari ai piani delle acque stagnanti nei diversi punti): per ciò, assegnato un punto della superficie fisica della Terra rimane definita la direzione della sua verticale. Assegnata la direzione di una verticale vi è un solo punto della superficie fisica della Terra che corrisponde a questa direzione e rimangono definiti tutti i punti della verticale che passa per quel punto.

Noi ci limiteremo a considerare come *punti terrestri*, invece che proprio i punti della superficie fisica della Terra, i punti nei quali le

verticali passanti per quelli incontrerebbero la superficie del livello medio dei mari immaginata estesa anche attraverso alla terraferma, il che è quanto dire che come punti terrestri designeremo le proiezioni verticali dei punti della superficie fisica della Terra sul livello del mare. Ed allora la corrispondenza testè accennata può enunciarsi dicendo che ad ogni punto terrestre corrisponde una particolare e ben determinata direzione della verticale, e ad ogni direzione della verticale corrisponde un particolare e ben determinato punto terrestre.

Considerando una sfera (di raggio qualunque), i punti della superficie di questa individuano — colle direzioni dei corrispondenti raggi — tutte le direzioni che una retta può assumere nello spazio: stabilendo una corrispondenza fra i punti della sfera e i punti terrestri le cui verticali hanno direzione parallela (ed egual senso) a quella dei raggi definiti dai punti della sfera, ad ogni punto della superficie della sfera corrisponde un punto terrestre e, viceversa, ad ogni punto terrestre corrisponde un punto della sfera. Per essere la configurazione complessiva dei punti terrestri (ossia la forma della superficie dei mari immaginata estesa su tutta la Terra) sensibilmente prossima a quella di una sfera, è evidente che colla corrispondenza anzidetta — la quale è materializzata nelle così dette *sfere* o *globi geografici* —, a parte il valore della scala di riduzione, sono riprodotte sulla sfera senza sensibili deformazioni le configurazioni dei punti terrestri.

Stabilendo poi fra i punti del globo geografico e i punti di una porzione di piano un'altra corrispondenza tale che ogni punto del piano abbia il suo corrispondente sul globo geografico — e quindi fra i punti terrestri —, e viceversa, otteniamo quella che vien detta una rappresentazione piana della Terra o semplicemente una carta geografica: e fintantochè la corrispondenza è stabilita in modo che sul piano siano riprodotte senza sensibile deformazione le configurazioni dei punti del globo geografico, anche le configurazioni dei punti terrestri risultano fedelmente riprodotte sulla carta geografica.

Non potendo essere la sfera *sviluppata* sul piano è manifesta l'impossibilità di ottenere una rappresentazione piana di tutta la sfera geografica — e quindi di tutta la Terra — nella quale siano nulle le deformazioni delle configurazioni dei punti della sfera — e quindi della Terra —. Ma per ristrette zone di questa si possono ottenere rappresentazioni piane nelle quali le deformazioni siano praticamente trascurabili: e per zone molto estese la Cartografia insegna che è ancora possibile escludere le deformazioni da qualcuno degli elementi che defini-

scono le configurazioni dei punti sferici — e terrestri —; si possono avere ad esempio delle carte nelle quali sieno mantenuti gli *angoli* fra le direzioni uscenti da un punto (*rappresentazioni conformi*), oppure delle carte nelle quali sieno mantenuti i *rapporti delle aree* fra le porzioni di sfera e le porzioni corrispondenti della carta (*rappresentazioni equivalenti*).

Per soddisfare ai bisogni della navigazione, vengono costruite le *carte idrografiche*, che possono considerarsi come una particolare categoria delle carte geografiche, rappresentanti i mari, i laghi, i fiumi....., nelle quali, oltre ad essere rappresentati i più cospicui punti della terraferma, pei diversi punti delle superfici acquee sono indicate le profondità delle acque stesse. Scopo della scienza della Navigazione si è quello di determinare il punto della carta idrografica che corrisponde alla posizione occupata dalla nave e dedurne la più opportuna rotta da seguire per evitare *pericoli* (per evitare cioè i punti nei quali la profondità delle acque è inferiore alla *pescagione* della nave) e per arrivare alla mèta nel modo più conveniente.

Allorquando la nave è in vista di punti emersi dalle acque e rappresentati sulla carta idrografica è sufficiente determinare la posizione della nave rispetto ai punti terrestri che corrispondono a quei punti emersi: per essere in tali casi sempre molto limitata la zona della Terra da considerare, possono ritenersi nulle le deformazioni della rappresentazione, materializzata nella carta idrografica, rispetto alle configurazioni dei punti terrestri, per cui gli elementi (direzioni, angoli, distanze) misurati dalla nave rispetto ai punti terrestri possono ritenersi identici a quelli rappresentati sulla carta: allora i problemi da risolvere, che in questo caso formano l'oggetto della *Navigazione costiera*, non sono altro che problemi di geometria piana.

Allorquando dalla nave non sono visibili punti della terraferma, si può determinare la sua posizione sulla carta idrografica (e quindi sulla Terra) apprezzando la lunghezza e direzione del cammino seguìto, a partire da una posizione precedente segnata sulla carta, e rappresentando quel cammino sulla carta stessa, oppure calcolando gli elementi (coordinate geografiche) che definiscono sul globo geografico — e quindi sulla carta — la posizione del punto a cui arriva la nave dopo aver percorso quel cammino, in quella direzione, a partire da quel punto. La carta idrografica, nautica per eccellenza, che meglio si presta allo studio ed alla risoluzione di questi problemi è quella *di Mercatore*, che è una rappresentazione conforme del globo geografico nella quale i meri-

diani del globo geografico sono rappresentati da rette parallele ed equidistanti, per eguali differenze di longitudine, ed i paralleli del globo geografico da rette pure parallele, normali a quelle che rappresentano i meridiani. Seguendo una determinata rotta, si mantiene la direzione del cammino della nave inclinata di un angolo costante rispetto ai meridiani: per essere la rappresentazione conforme, gli angoli delle direzioni uscenti da ciascun punto, sulla Terra e sulla carta, sono i medesimi, e per ciò la linea descritta, con una rotta determinata, dalla nave — che vien detta *linea lossodromica* —, dovendo essere rappresentata ancora da una linea che tagli con un angolo costante i meridiani, questi essendo rappresentati da rette parallele, deve essere, sulla carta di Mercatore, rappresentata da una linea retta. Per tale circostanza, per segnare un dato cammino percorso dalla nave con una data rotta a partire da un dato punto, basta segnare sulla carta di Mercatore, a partire da questo punto, un segmento di retta equivalente alla distanza percorsa e facente coi meridiani della carta un angolo eguale all'angolo di rotta.

Gli elementi che servono per risolvere il problema, lunghezza e direzione del cammino percorso, sono in questo caso assegnati *a stima*, tutt'al più col sussidio di particolari istrumenti, e possono non corrispondere alla realtà dei fatti, vuoi per quanto riguarda la lunghezza del cammino (velocità della nave), vuoi per quanto ne riguarda la direzione (rotta della nave): a questa parte della Navigazione si dà quindi ragionevolmente il nome di *Navigazione stimata* e la soluzione ch'essa dà al problema nautico, deve essere considerata soltanto come approssimata.

La soluzione esatta, a meno degli errori d'osservazione, si può ottenere mediante osservazioni astronomiche: queste vengono riferite alla direzione del piano dell'orizzonte marino e quindi anche, implicitamente, alla direzione della verticale la quale a quel piano è perpendicolare: esse possono adunque definire questa verticale e definire, per le considerazioni fatte, il punto della carta idrografica che corrisponde a quella verticale.

È appunto la parte della Navigazione che tal problema risolve quella che costituisce la *Navigazione astronomica* (od Astronomia nautica), sulla quale vogliamo in special modo intrattenerci.

2. — La Navigazione stimata può farci conoscere, come si è detto, il punto della carta idrografica che corrisponde in via più o meno approssimata alla posizione occupata dalla nave in un determinato istante: il problema della Navigazione astronomica si riduce a passare dal punto approssimato o stimato al punto esatto.

L'importanza di tale semplificazione si comprende subito osservando che, anche nei casi più sfavorevoli nei quali l'errore del punto stimato assume i valori massimi praticamente possibili, la zona di mare, intorno al punto stimato, che certamente comprende il punto esatto è tanto piccola da poter essere considerata come coincidente (a meno di scostamenti verticali) con una sua particolare rappresentazione piana (alla scala 1), come avviene nel caso della Navigazione costiera.

Consideriamo la ora indicata zona di mare (che in pratica può essere ristretta alla superficie di un quadrato che abbia il lato di 120 miglia marine) come appartenente ad un globo geografico nel quale sieno anche rappresentati tutti gli altri punti terrestri: su questo globo immaginiamo segnati e i due *poli,* che corrispondono alle verticali parallele all'asse della rotazione diurna della Terra, e il sistema di linee coordinate, meridiani e paralleli, che servono a definire sul globo — e quindi sulla carta idrografica e sulla Terra — ogni suo punto, ossia a definire la direzione di ogni verticale, mediante le due corrispondenti coordinate, longitudine e latitudine geografica.

L'osservatore che si trova sulla nave determina, servendosi del sestante, l'angolo verticale compreso fra la direzione di un qualunque corpo celeste (sole, luna, pianeti, stelle) e la direzione del piano dell'orizzonte marino, angolo che è chiamato *altezza dell'astro,* e quindi viene a conoscere l'angolo, complemento del precedente, compreso fra la verticale dell'osservatore stesso e la direzione dell'astro, chiamato *distanza zenitale dell'astro.*

Si può supporre che tutti gli astri sieno a tal distanza dalla Terra che le direzioni secondo le quali sono veduti ad un determinato istante da diversi punti della Terra sieno fra loro parallele (trascuriamo gli effetti della refrazione astronomica e dell'aberrazione diurna della luce dei quali si può tener conto con opportune correzioni): quando ciò non è, come può avvenire per i corpi del sistema solare, per ritornare al caso generale, basta applicare alla direzione osservata da un qualunque punto della Terra una semplice correzione che riduce la direzione osservata a quella corrispondente al centro della Terra. Quest'unica direzione, secondo la quale un astro ad un determinato istante è veduto da tutti i punti della Terra, rimane allora definita sul globo geografico da un punto particolare che rappresenterebbe la verticale terrestre parallela a questa direzione.

Anche tale punto può essere definito dalle sue corrispondenti coordinate geografiche, latitudine e longitudine, e queste coincidono rispettiva-

mente — per definizione — coi valori della *declinazione* e dell'*ora dell'astro rispetto al 1° meridiano*, la prima delle quali è data dalle Effemeridi astronomiche: per precisare il valore della seconda, oltre ad elementi forniti dalle stesse Effemeridi, occorre la conoscenza dell'ora, di tempo medio o sidereo, del 1° meridiano che il navigante trasporta seco, per così dire, a mezzo del cronometro: per comprenderlo basta ricordare che l'ora di tempo medio o sidereo del 1° meridiano definisce sul globo geografico la longitudine del meridiano su cui si trova al momento considerato la direzione di un particolare punto del cielo stellato (il sole medio o il punto γ), e che le Effemeridi fanno conoscere per ogni istante la differenza di longitudine fra il meridiano su cui si trova la direzione di quel particolare punto del cielo stellato e il meridiano su cui si trova la direzione di un astro qualunque.

È evidente dopo ciò che l'osservazione della distanza zenitale di un astro eseguita sulla nave, quando si conosce l'ora media o siderea del 1° meridiano, individua sul globo geografico un cerchio sferico che ha per centro il suddetto punto rappresentativo della direzione dell'astro — punto che, per brevità, chiameremo *punto astrale* — e per raggio sferico appunto quella distanza zenitale: poichè da tutti i punti terrestri corrispondenti ai punti di quel cerchio sferico — *cerchio d'altezza,* — all'istante considerato sarebbe stata osservata la stessa distanza zenitale o la stessa altezza di quell'astro: sul cerchio d'altezza si trova necessariamente anche il punto che rappresenta la verticale dell'osservatore.

Si dice per ciò che l'osservazione dell'altezza di un astro fa conoscere la successione di punti nei quali può trovarsi l'osservatore, fa conoscere cioè un *luogo geometrico di posizione.*

Quando ad un dato istante si osservano le altezze di due astri diversi, ne risultano determinati, sul globo geografico, due luoghi di posizione, e, dovendo l'osservatore essere su entrambi contemporaneamente, la sua verticale risulta conosciuta e rappresentata sul globo geografico — e sulla carta idrografica — dal punto d'incontro dei due luoghi di posizione. Tale è il principio sul quale la moderna Astronomia nautica fonda la soluzione del problema di posizione.

3. — Sulla carta idrografica, che nella zona di mare che interessa rappresenta senza deformazione la corrispondente porzione del globo geografico, si ottiene la rappresentazione di un luogo di posizione nel modo che dobbiamo indicare con qualche dettaglio,

Dati del problema sono: *a*) la direzione dell'astro definita sul globo geografico dalle sue coordinate, declinazione e ora dell'astro rispetto al

1° meridiano, interpretate come latitudine e longitudine di un punto del globo stesso; *b*) la direzione della verticale del punto stimato definita, ancora sul globo geografico, dalle sue coordinate, latitudine e longitudine stimate; *c*) la distanza zenitale dell'astro dedotta dall'osservazione.

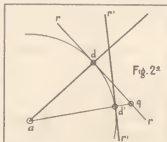
Con tali elementi, il problema nautico si risolve determinando sul globo geografico, e quindi sulla carta idrografica: 1° la direzione e la distanza dal punto stimato al più vicino punto del luogo di posizione, 2° la direzione del circolo massimo tangente al luogo di posizione (che è il cerchio d'altezza).

Immaginiamo che la fig. 1ª ci rappresenti la carta idrografica ed S sia su questa il punto stimato: il cerchio massimo che, sul globo geografico, unisce il punto stimato al punto astrale, è rappresentato per un suo segmento, sulla carta, da una retta A S A passante per S e formante col meridiano M S M di S un angolo azimutale eguale all'angolo azimutale Z_s che quel cerchio massimo presenta sul globo geografico nel punto stimato. Sul globo geografico il luogo di posizione è un cerchio minore che ha per centro il punto astrale ed è necessariamente normale a tutti i cerchi massimi che passano pel punto astrale: sulla carta quindi la tangente al luogo di posizione è una retta R D R perpendicolare alla A S A e questa retta ci rappresenta un cerchio massimo del globo geografico, tangente al cerchio d'altezza. La distanza del punto D dal punto S è rappresentata da una lunghezza corrispondente a tanti *primi* di circolo massimo del globo geografico quanti sono i primi di differenza fra la distanza zenitale che si sarebbe osservata dal punto stimato e la distanza zenitale effettivamente osservata dal punto nel quale si trova la nave: definendo il *miglio marino* come un primo di circolo massimo del globo geografico, si può dire che la distanza S D sulla carta idrografica è uguale a tante miglia marine quanti sono i prismi di differenza fra la distanza zenitale stimata z_s e la distanza zenitale osservata z_o dell'astro, od anche fra le due corrispondenti altezze h_s ed h_o: è chiaro poi che il punto D è, rispetto ad S, *verso*

Fig 1ª

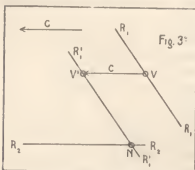
l'astro se è h_s minore di h_o ed è invece *in direzione opposta* se è h_s maggiore di h_o.

Per ottenere la rappresentazione del circolo massimo tangente al luogo di posizione bisogna adunque, servendosi dei dati già specificati: 1° calcolare l'angolo azimutale Z_s e l'altezza h_s dell'astro, *stimati:* questo si ottiene risolvendo il triangolo sferico del globo geografico formato dal polo geografico, dal punto astrale e dal punto stimato: in questo triangolo si conoscono tre elementii quali sono il complemento della declinazione dell'astro (distanza polare), la differenza di longitudine fra il punto astrale e il punto stimato (ora dell'astro rispetto al punto stimato) ed il complemento della latitudine del punto stimato; noti tre elementi di un triangolo sferico la trigonometria sferica insegna a calcolare gli altri tre, e così è subito offerto il mezzo per determinare gli elementi Z_s ed h_s desiderati; 2° tracciare sulla carta la retta R D R, segnando prima la retta A S A che forma col meridiano M S M un angolo azimutale eguale a Z_s, prendendo su questa retta, a partire da S un segmento S D rappresentante tante miglia marine quanti sono i primi della differenza $h_s - h_o$ (verso l'astro oppure in direzione opposta a seconda del segno di questa differenza), e finalmente conducendo per D la retta R D R perpendicolare alla retta A S A.

La retta R D R rappresenta, come si è veduto, il cerchio massimo del globo geografico tangente al cerchio d'altezza: vien chiamata semplicemente *retta d'altezza* ed essa stessa può essere considerata come rappresentante il luogo di posizione fino a che trascurabili rimangano gli scostamenti dei punti del cerchio massimo tangente al cerchio d'altezza, che corrispondono ai punti della retta dal più vicino punto del cerchio d'altezza: quando ciò non avviene — come può succedere se piccola è la distanza zenitale dell'astro oppure se grande è la distanza del punto che si considera dal punto di tangenza del cerchio massimo al cerchio d'altezza —, si possono facilmente tracciare *successive rette d'altezza* rappresentanti altrettanti circoli massimi tangenti al luogo di posizione: infatti (fig. 2ª) se sul globo geografico è d il punto di tangenza, q il punto che si vuol considerare, del cerchio massimo $r d r$ tangente al luogo di posizione, ed a il punto astrale, in funzione dei soli elementi h_o (che è eguale al complemento dell'arco di circolo

massimo da) e qd (che è la distanza in miglia marine dal punto q al punto di tangenza d), essendo eguale a 90° l'angolo qda si può calcolare la distanza qd' di q dal più vicino punto del cerchio di posizione e l'angolo dqa che il cerchio massimo qa forma col cerchio massimo rdr. A risparmiare questi calcoli può essere costruita una semplice tabella nella quale in funzione dei diversi valori h_0 ($= 90° - z_0$) e qd siano dati gli elementi qd' e dqa, od altri corrispondenti: questa tabella già fu da me presentata nel proporre il procedimento qui descritto nella *Nota* « Sulla teoria e la pratica della nuova navigazione astronomica » (pubblicata come Supplemento al fascicolo di luglio-agosto 1908 della « Rivista Marittima »).

Passando dal globo geografico alla carta (fig. 1ª), considerando il punto Q rappresentativo di q, basta allora per ottenere la retta d'altezza che corrisponde ad un punto determinato D' (del luogo di posizione) che è il più vicino a Q, tracciare una retta Q D' inclinata di un angolo dqa sulla retta R D R, su essa prendere a partire da Q *verso l'astro* una distanza qd', e pel punto così ottenuto D' tracciare una retta R' D' R' perpendicolare a Q D'.

Osservando simultaneamente due astri, ciascuno di essi dà una retta d'altezza: il punto d'incontro delle due rette d'altezza rappresenta la posizione della nave.

Allorquando un certo intervallo di tempo è trascorso fra l'osservazione del primo astro e l'osservazione del secondo, le rette di altezza che si ottengono sulla carta corrispondono ciascuna al momento della propria osservazione: ma ci si riconduce facilmente al caso precedente delle osservazioni simultanee, poichè se la nave fra la prima osservazione e la seconda ha percorso un certo cammino in una certa direzione, il luogo geometrico di posizione dedotto dalla prima osservazione e corrispondente al momento della seconda, si ottiene immaginando che tutti i punti del luogo di posizione già determinato subiscano uno spostamento eguale al cammino (stimato) percorso dalla nave: così (fig. 3ª) se, sulla carta, $R_1 R_1$ ed $R_2 R_2$ sono le due rette d'altezza ottenute, col descritto procedimento, da due osservazioni non simultanee e la nave fra la prima osservazione e la seconda ha

percorso un cammino rappresentato dal vettore c, la retta d'altezza $R_1' R_1'$ dedotta dalla prima osservazione ma simultanea alla seconda retta d'altezza $R_2 R_2$, si ottiene semplicemente dando ad un qualunque punto V di $R_1 R_1$ uno spostamento eguale a c e conducendo pel punto V' così ottenuto, una retta $R_1' R_1'$ parallela ad $R_1 R_1$. Il punto d'incontro N delle due rette $R_1' R_1'$ ed $R_2 R_2$ rappresenta allora il *punto-nave* al momento della seconda osservazione: se il punto N risulta tanto lontano dai punti determinativi delle due rette d'altezza (*trasportati*, se le corrispondenti rette sono state trasportate), che più non possano ritenersi trascurabili gli scostamenti in quel punto delle rette d'altezza (o di una di esse) dai corrispondenti luoghi di posizione, basta applicare il procedimento indicato pel tracciamento di successive rette d'altezza.

4. — Si è detto incidentalmente che le altezze degli astri vengono ordinariamente determinate in mare col sestante: realmente con questo istrumento si misura l'angolo verticale fra la direzione apparente dell'astro e la linea dell'orizzonte visibile. Lasciando da parte altre correzioni che pur bisogna applicare all'altezza osservata per avere quella che deve essere introdotta nei calcoli, notiamo che all'altezza osservata bisogna applicare, con opportuno segno, l'*angolo di depressione*, l'angolo verticale cioè fra la direzione perpendicolare alla verticale e la linea dell'orizzonte visibile.

Ora, i valori di quest'angolo di depressione sono dati dalle *Tavole nautiche* in funzione dell'elevazione sul mare dell'occhio dell'osservatore (e della temperatura dell'aria e della pressione barometrica), e corrispondono effettivamente alla realtà delle cose fino a tanto che la distribuzione degli strati dell'aria in prossimità della superficie acquea corrisponde alle ipotesi fondamentali della teoria della refrazione terrestre e al coefficiente di refrazione medio adottato per quelle Tavole: per distribuzioni anomale degli strati d'aria, può avvenire che la linea dell'orizzonte si veda eccezionalmente innalzata o depressa, ed allora (ad onta di qualche tentativo fatto al riguardo, non si hanno elementi per assegnare con certezza il valore effettivo dell'angolo di depressione.

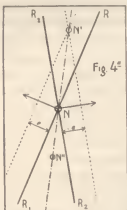
Angoli di depressione anormali sono spesso osservati nel Mar Rosso, specialmente durante il giorno, nelle circostanze di calma di vento: in qualunque mare si osservano più o meno raramente sensibili anomalie nella direzione apparente della linea dell'orizzonte: anche lo scrivente ebbe occasione di constatare rilevanti errori degli angoli di depressione dati dalle Tavole nautiche, presso le coste dell'Australia e del Giappone.

In tali casi introducendo, in mancanza di meglio, per la correzione delle altezze, gli angoli di depressione dati dalle Tavole nautiche, le altezze h_0 dedotte dall'osservazione ed introdotte nei calcoli rimangono affette da un errore che può raggiungere il valore di parecchi primi: ricordando le considerazioni fatte si vede facilmente che un errore dell'altezza fa sì che la retta d'altezza corrispondente risulti spostata parallelamente a se stessa di tante miglia marine quanti sono appunto i primi dell'errore.

In generale in una data località e per il breve periodo di tempo durante il quale può esser fatto un gruppo di osservazioni d'altezza, gli errori dell'angolo di depressione risultano eguali, in grandezza e segno, in tutte le direzioni orizzontali, e per ciò tutte le altezze degli astri dedotte da un giorno di osservazioni rimangono sì affette da un errore, ma tutti gli errori del considerato gruppo di altezze sono eguali in grandezza e segno, hanno cioè quel *carattere* che nella teoria degli errori si dice *sistematico*. E da altri errori sistematici, ma sconosciuti, possono essere affette le altezze osservate, dovuti, ad esempio, a difetti del sestante, all'equazione personale dell'osservatore ed altro.

Tutti insieme questi errori possono dar luogo ad un rilevante spostamento delle corrispondenti rette d'altezza, ad errori nella posizione del punto-nave e a conseguenti pericoli per l'incolumità delle navi.

Ma la moderna Astronomia nautica permette di rendere le determinazioni di posizione totalmente indipendenti da questi errori di tipo sistematico: sieno (fig. 4ª) $R_1 R_1$ ed $R_2 R_2$ due rette d'altezza simultanee ottenute dalle altezze di due astri col noto procedimento, e sieno, per fissar le idee, le direzioni secondo le quali hanno avuto luogo le osservazioni quelle rappresentate dalle freccie (*non* le direzioni opposte); supponiamo che tanto l'altezza h_0 che corrisponde ad $R_1 R_1$ quanto quella che corrisponde ad $R_2 R_2$ siano ambedue più piccole del vero di un certo numero e di primi: per avere le rette d'altezza esatte bisognerebbe allora trasportare parallelamente la $R_1 R_1$ e la $R_2 R_2$, entrambe nella direzione verso la quale furono osservati i due astri ed entrambe di e miglia marine: il punto-nave sarebbe allora N' anzichè N.

Evidentemente la posizione del punto N' varia a seconda del valore di e: è compresa nell'angolo, formato dalle due rette d'altezza, nel quale

si trova N′ finchè le due altezze sono più piccole del vero, ed invece nell'angolo opposto (come N″) quando le due altezze h_0 sono più grandi del vero. Ma richiamando alla mente delle cognizioni elementari di geometria piana facilmente si verifica che tutti i punti ottenuti nel modo detto per qualunque valore di e, positivo o negativo, vengono a trovarsi sempre sopra una delle due bissettrici degli angoli formati dalle due rette d'altezza: ed è facile stabilire, con facili regole pratiche (Op. cit.), quale delle due bissettrici debba essere considerata come il luogo geometrico dei punti N′, N″..... Tracciando le freccie che indicano gli azimut d'osservazione pel punto d'incontro N delle due rette d'altezza, la bissettrice che deve essere considerata è quella che è anche bissettrice dell'angolo formato dalle due freccie.

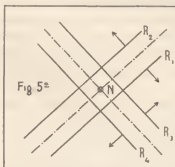
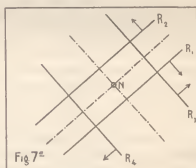
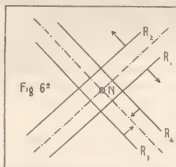
In mare, quando si tratta della posizione della nave, non si deve accontentarsi della *probabilità*: occorre, quando si può, avere la *sicurezza*, nè bisogna rinunziare ad avere la maggior esattezza possibile: potendo sempre infiltrarsi nelle osservazioni degli errori sistematici, è raccomandabile che i risultati delle determinazioni di posizione vengano sottratti agli effetti di quegli errori.

E per questo, quando il navigante vuole ottenere una retta di posizione è bene insegnargli a prendere almeno due (non almeno una) altezze: chè le due altezze gli dànno colla bissettrice delle due corrispondenti rette d'altezza, una retta di posizione indipendente dagli errori sistematici d'osservazione.

Quando si vuole ottenere un punto di posizione tre altezze sarebbero strettamente sufficienti per sottrarre questo punto agli effetti degli errori sistematici: ma per eseguire anche una eccellente verifica e delle osservazioni eseguite e delle operazioni di calcolo e di tracciamento delle rette e bissettrici d'altezza, si è giudicato opportuno (Op. cit.) di consigliare al navigante, per la migliore determinazione del suo punto-nave, l'osservazione di *quattro* altezze, due a due in azimut opposti, in modo da ottenere due bissettrici determinate nelle più felici condizioni e intersecantisi fra loro ad angolo retto: così facendo un osservatore ordinario, con un sestante comune, in circostanze di buona visibilità dell'orizzonte, può determinare il punto-nave con un errore medio di posizione (in tutte le direzioni) che, per quanto può derivare dagli errori d'osservazione delle altezze, può ritenersi inferiore a mezzo miglio marino.

Per di più, considerando la figura geometrica derivata dalle osservazioni, il navigante ha la possibilità di farsi un'idea del valore degli errori sistematici ed accidentali intervenuti nelle osservazioni d'altezza,

oppure scuoprire la presenza di errori di calcolo o grafici o di altri: può cioè fare un apprezzamento sul grado di esattezza offerto dal suo punto-nave e regolare in conseguenza la navigazione, tenendosi a maggiore o minore distanza dai pericoli, oppure può eliminare gli errori commessi. Infatti quando la figura geometrica delle rette e bissettrici di altezza risulta come la figura 5ª, se cioè l'errore sistematico — che è rappresentato dalle distanze del punto N dalle rette d'altezza, — è uguale, dentro i limiti di tolleranza dei consueti errori *accidentali* d'osservazione, in valore e segno, in ambedue le coppie di rette d'altezza, non si ha motivo di ritenere le osservazioni o le successive operazioni numeriche e grafiche affette da errori eccezionali. Ma quando si ottiene dalle stesse osservazioni una figura come la 6ª o la 7ª, risultando allora di troppo diversi, per quanto può essere tollerato dagli errori medi di osservazione relativi alle circostanze ordinarie, i valori dei due errori sistematici che si deducono da ciascuna coppia, si è obbligati a ritenere che le altezze siano osser-

vate in circostanze di angoli di depressione anormali non solo per essere diversi da quelli dati dalle tavole nautiche ma anche per essere diversi nelle diverse direzioni azimutali: oppure si deve pensare di aver commesso qualche errore nel determinare la posizione della nave. Dopo essersi assicurati che ciò non è, si deve attribuire il risultato anormale alla prima causa, si deve ammettere che il punto-nave non sia determinato colla consueta esattezza e la navigazione deve essere regolata in conseguenza.

Quando si osservano solo tre rette d'altezza, l'errore sistematico, rappresentato ancora dalla distanza del punto d'incontro delle bissettrici dalle tre rette d'altezza, risulta necessariamente eguale per tutte e tre le osservazioni, perchè quel punto d'incontro delle bissettrici è il centro del cerchio tangente (internamente od esternamente al triangolo) alle tre rette d'altezza: per ciò, anche se gli errori degli angoli di depressione sono diversi nei diversi azimut ed anche se nella determinazione è entrato un qualunque errore d'osservazione o di calcolo o d'altro, il navigante non ha la possibilità di esserne avvertito.

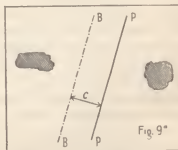
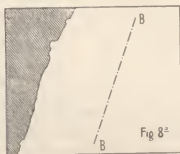
La *determinazione-tipo* del punto-nave è adunque quella rappresentata dalla figura 5ª, dedotta dalle altezze di quattro astri diversi (ridotte simultanee col trasportare le rette d'altezza ad un istante unico) osservati in azimut diversi di 90° uno dall'altro, e del resto qualunque: la determinazione-tipo di una retta di posizione è invece quella dedotta dalle altezze di due astri osservati in azimut opposti. Lo studio dell'effetto degli errori d'osservazione sulle qui considerate determinazioni di posizione fa poi conoscere (vedi l'Op. cit. ed anche l'altro mio lavoro « Sull'estensione dei principî fondamentali dell'Astronomia nautica all'Astronomia geodetica » nel vol. 7° degli Annali Idrografici) che, per quanto riguarda le differenze fra gli azimut d'osservazione, si può allontanarsi di molto dalle ora dette circostanze — che sono quelle assolutamente più favorevoli — tanto che una bissettrice d'altezza è ancora ben determinata quando le due corrispondenti altezze sono osservate in azimut differenti fra loro di 90° e anche di 60° (anzichè di 180°): ed il punto-nave è ancora ben determinato quando le due bissettrici (o le due rette) d'altezza si tagliano con un angolo di 50° o di 40° (anzichè di 90°).

Quando il navigante non può eseguire la sua determinazione nelle circostanze ora specificate, deve necessariamente accontentarsi di meno esatte determinazioni: così deve, quando non può far di meglio, determinare il punto-nave con tre ed anche con due rette l'altezza ed un luogo di posizione con una sola altezza. Ma allora egli deve anche sapere che assai minore (a seconda delle circostanze meteorologiche, di tempo, di luogo, di visibilità dell'orizzonte ecc., nelle quali si svolge la navigazione) è il grado di attendibilità dei risultati delle sue osservazioni.

Così pure è evidente che avendo la possibilità d'osservare (invece che quattro) sei, otto o più altezze, le quali a due a due diano una ben determinata bissettrice d'altezza, è bene farlo, chè ne risulta accresciuto e il controllo degli errori intervenuti e l'esattezza del punto-nave — il

quale, quando sono più di due le bissettrici d'altezza, si può ritenere coincidente col punto medio fra i punti d'intersezione delle diverse bissettrici d'altezza.

— Essendo queste considerazioni specialmente dedicate ai profani delle cose di mare, credo non inutile far osservare che ai bisogni della navigazione è talvolta sufficiente la conoscenza di una retta di posizione, anzichè quella del punto di posizione: ciò dipende dalla conformazione e distanza dei pericoli che minacciano la nave e dalla rotta da questa seguìta.

Allorquando, per citare un esempio tipico, la nave si trova presso una linea di pericoli sensibilmente rettilinea (fig. 8ª), la determinazione

di una retta di posizione parallela a quella linea fa subito conoscere la distanza alla quale si naviga dai pericoli: determinando con due (o con una) osservazioni d'altezza la retta di posizione BB, non si sa in qual punto di questa retta si trovi la nave, ma può essere sufficiente di sapere ch'essa si trova certamente sopra uno dei punti di quella retta, chè si sa allora a quale distanza si è dal pericolo.

In casi molto frequenti, quando la nave segue una data rotta, è sufficiente — per la sicurezza della navigazione — conoscere o la posizione della nave nella direzione stessa della rotta o la posizione della nave nel senso normale alla rotta: nel primo caso si dice che si vuol determinare lo *scarto laterale* e per raggiungere l'intento nel modo più esatto basta osservare due (o una) altezze in azimut opposti e perpendicolari alla rotta seguìta; nel secondo caso si dice che si vuole determinare il *cammino* e per raggiungere l'intento nel modo più esatto basta osservare due (o una) altezze in azimut opposti e paralleli alla rotta seguìta.

Dovendo, in altri casi, passare in mezzo a due pericoli (fig. 9ª) con una rotta PP mediana ai pericoli stessi ed avente direzione determinata,

quando si crede d'esser prossimi a dover prendere quella rotta di passaggio, può bastare di determinare una retta di posizione parallela a quella particolare rotta mediana: a tale scopo si osservano due (o una) altezze in azimut opposti e perpendicolari a quella direzione: ricavatone il luogo di posizione BB, si percorre il cammino c e poi si prende la rotta parallela alla PP sulla quale certamente si trova la nave per quanto possono permettere gli errori d'osservazione e gli errori coi quali *si stima* di percorrere il cammino c. E così di seguito.

5. — Immediatamente prima che fosse introdotto l'uso razionale delle rette d'altezza, per risolvere nella Navigazione astronomica il problema di posizione si facevano soltanto le *determinazioni di latitudine e di longitudine*, le quali naturalmente, combinate insieme, potevano anche far conoscere il punto-nave. Con quelle determinazioni ci si atteneva implicitamente al seguente procedimento:

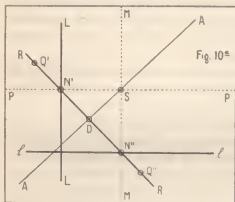



Fig. 10ª

dato (fig. 10ª) il punto stimato S e una particolare osservazione d'altezza alla quale, nella moderna Astronomia nautica, avrebbe corrisposto la retta d'altezza RR, si risolveva un triangolo del globo geografico formato dal polo geografico, dal punto astrale e da un punto del quale si assumeva come nota la latitudine stimata se si voleva determinare la longitudine, ed invece l'ora dell'astro rispetto al meridiano stimato se si voleva determinare la latitudine. Oltre all'elemento ora detto assunto come noto, nell'anzidetto triangolo si conoscevano i due elementi distanza polare dell'astro, data dalle Effemeridi, e distanza zenitale dell'astro, dedotta dall'osservazione; da questi tre elementi noti, colle formule di trigonometria sferica potevano essere calcolati gli altri ed in particolare l'ora dell'astro e quindi — nota essendo l'ora del 1° meridiano — la longitudine oppure la latitudine del terzo vertice del triangolo.

Ciò equivaleva, come facilmente si può vedere tenendo presenti le considerazioni svolte, a determinare sulla carta idrografica il punto d'incontro N' del luogo di posizione RR col parallelo stimato, quando si

faceva la determinazione di longitudine, oppure il punto d'incontro N″ dello stesso luogo RR col meridiano stimato quando si faceva la determinazione di latitudine.

Si riteneva poi che l'osservazione avesse fatto conoscere la longitudine oppure la latitudine della nave, ossia si assumeva come luogo di posizione dedotto dall'osservazione o un tratto di meridiano LL o un tratto di parallelo *l l*: si commetteva l'errore fondamentale di sostituire all'effettivo luogo di posizione RR l'uno o l'altro di quei segmenti di meridiano o di parallelo.

Al triangolo sferico che si risolveva si dava il titolo di *triangolo di posizione* che in verità non sembra molto appropriato perchè nè il punto N′, nè il punto N″ (e neppure il moderno punto determinativo D della retta d'altezza), che nei due casi contemplati costituivano il terzo vertice del triangolo, rappresentavano la posizione dell'osservatore: questa poteva essere rappresentata da *uno qualunque* dei punti del luogo geometrico di posizione R R e nulla più di questo si poteva (e si può) desumere dall'osservazione di una sola altezza.

Si comprende facilmente quali grossi errori (e quanto fatali in particolari circostanze di navigazione) potevano commettersi con tali determinazioni, specialmente quando risultava sensibile l'angolo fra i luoghi L L od *l l*, sui quali si credeva che si trovasse la nave, ed il luogo effettivo di posizione R R: poteva succedere, per esempio, che al momento dell'osservazione la nave si trovasse in Q′ mentre si credeva che si trovasse su *l l*, oppure in Q″ mentre si credeva che si trovasse su L L.

Vero è che si conoscevano e si consideravano le *circostanze favorevoli* per le determinazioni di longitudine e di latitudine, e si consigliava di prendere l'altezza di un astro presso al I° verticale quando si voleva determinare la longitudine ed invece presso al meridiano quando si voleva determinare la latitudine: vero è ancora che nei casi in cui sono assolutamente verificate queste circostanze favorevoli il luogo R R coincide con L L oppure con *l l* e quindi non si commette alcun errore.

Ma l'osservazione d'astri nelle due particolari direzioni del 1° verticale e del meridiano non è sempre fattibile in mare, dove soltanto le stelle fino alla grandezza 2,5 od al più 3 possono essere osservate, dove spesso dopo molti giorni nuvolosi si è obbligati a *cogliere a volo* delle altezze d'astri in *direzioni qualunque*. Si aggiunga poi che soltanto colla moderna Astronomia nautica sono venute generalizzandosi le osservazioni di stelle: in passato ci si limitava per lo più ad osservare il Sole e questo spesso non poteva essere osservato nelle circostanze assolutamente

più favorevoli. È dunque manifesto che nella generalità dei casi doveva, nella vecchia Astronomia nautica, essere rilevante l'angolo del luogo R R con le rette di posizione che si credeva di ottenere, e spesso avveniva che tutt'altro che trascurabile fosse la distanza del punto effettivo occupato dalla nave dal luogo di posizione che si considerava.

A facilitare queste erronee sostituzioni dei luoghi del tipo L L o del tipo *l l* alle rette d'altezza erano stati inconsciamente introdotti dei metodi particolari per calcolare, con formule veramente semplici e facili o con Tavole speciali, la longitudiue o la latitudine anche quando l'astro non era esattamente nel 1° verticale o nel meridiano: e fino a che quelle formule o quei speciali procedimenti risultavano applicabili, i naviganti ammettevano di avere una longitudine (ossia un luogo L L) oppure una latitudine (ossia un luogo *l l*) di esattezza sensibilmente eguale a quella raggiungibile nelle circostanze più favorevoli; specialmente generalizzato e di applicazione ordinaria era il metodo, per calcolare la latitudine, detto dalle altezze circummeridiane, che pure era applicabile, per quanto permettevano le usuali Tavole nautiche speciali, fino a rilevanti valori dell'angolo formato fra i luoghi *l l* e i luoghi R R.

La moderna Astronomia nautica offre adunque maggiore esattezza dei vecchi metodi, sia perchè fa conoscere proprio le linee di posizione sulle quali si trova certamente la nave invece che delle linee che possiedono in generale un solo punto nel quale *potrebbe* trovarsi la nave, sia perchè permette la eliminazione degli errori sistematici d'osservazione, istrumentali, ecc.; essa offre anche maggior comodità d'impiego perchè non vincola le osservazioni a direzioni particolari (del 1° verticale e del meridiano o molto prossime a queste), permette di fare determinazioni di rette di posizione a qualunque ora del giorno (col sole) e della notte ed in qualunque direzione, ed offre la possibilità di usufruire, per risolvere il problema di posizione, di qualunque osservazione d'altezza fatta in qualunque momento, sia di giorno col sole (trasportando allora colla *stima* una prima retta d'altezza all'istante della seconda), sia di notte colla luna, coi pianeti, colle stelle: unica esigenza che la moderna Astronomia nautica vuol rispettata, è quella che sufficientemente grande sia la differenza fra gli azimut d'osservazione, in modo tale che ben determinate risultino le bissettrici d'altezza e ben determinato il punto-nave dall'incontro di due rette d'altezza o di due bissettrici.

Colla vecchia Astronomia nautica si facevano soltanto osservazioni di astri vicini al 1° verticale e vicini al meridiano: oggi è tutto il cielo stellato che può essere osservato dal navigante ed ogni osservazione di

altezza dà lo stesso rendimento che potevano dare raramente i vecchi metodi quando erano applicati nelle circostanze più favorevoli.

Ma la nuova Astronomia nautica offre un altro vantaggio rispetto ai vecchi metodi ed anche questo ci sembra rilevante. Essa esige *un solo* tipo di procedimento e di calcolo per ottenere la retta di posizione, e quest'unico tipo è ugualmente applicabile qualunque sia l'azimut d'osservazione. Conoscendo questo solo tipo di calcolo (o di Tavole speciali) il navigante può navigare colla maggior esattezza e col maggior rigore che la scienza moderna possa esigere, e con esso può trarre il maggior utile dalle osservazioni, fatte in qualunque azimut non meno che da quelle fatte presso il meridiano o presso il 1° verticale.

Invece coi vecchi metodi si faceva uso di formule o Tavole speciali per astri osservati presso il 1° verticale, di formule o Tavole speciali per astri osservati presso il meridiano, e poi vi era un discreto numero di procedimenti e formule pure speciali per astri o per circostanze particolari, con qualcuno dei quali si aveva l'illusione di ottenere dei buoni valori della latitudine o della longitudine anche nei casi in cui, non potendo osservare proprio nel 1° verticale o nel meridiano, si dovevano tenere lontani gli azimut delle osservazioni da quelle direzioni.

A dar maggior peso alla considerazione ora fatta si noti che quello stesso tipo di calcolo o di Tavole speciali che risolve il problema generale della retta d'altezza nel modo che abbiamo indicato, serve anche per determinare, trovandosi l'osservatore in posizione nota, di quanto il suo cronometro avanza o ritarda rispetto all'ora del 1° meridiano (per poter poi, durante la navigazione, conoscere quest'ora al momento dell'osservazione). Di ciò è facile persuadersi ricordando che la posizione di una bissettrice (o di una retta) d'altezza è dedotta, nel problema della Navigazione astronomica, dall'ora del 1° meridiano, ricavata dal cronometro; se la posizione della stessa bissettrice (o retta) d'altezza è invece conosciuta perchè deve passare per un particolare punto noto, è evidente la possibilità di ottenere dalle osservazioni l'errore del cronometro; poichè se da questo istrumento si deduce un'ora errata rispetto a quella del 1° meridiano, confrontando la posizione della bissettrice (o retta) d'altezza dedotta dal cronometro con quella che essa deve avere, *lo spostamento in longitudine* rappresenta proprio l'errore del cronometro.

Finalmente lo stesso tipo di calcolo o di Tavole speciali che risolve il problema generale della retta d'altezza serve anche per risolvere gli altri problemi che si presentano nella navigazione oceanica e cioè: il

problema del riconoscimento di un astro sconosciuto (del quale, oltre all'altezza siasi osservato l'azimut approssimato), quello della determinazione delle deviazioni di bussola (dedotte dagli azimut degli astri), quello della determinazione della distanza e rotta *ortodromica* (di quella rotta cioè colla quale si va da un punto all'altro della Terra seguendo un arco di circolo massimo del globo geografico).

Si è portati a concludere che tutto lo scibile che si domanda all'uomo di mare per la più perfetta condotta della navigazione astronomica, si può oggi limitare all'unico procedimento e tipo di calcolo che occorre pel tracciamento della retta d'altezza.

Sembrano adunque molto grandi i vantaggi offerti dalla moderna Astronomia nautica in confronto dei vecchi metodi; tali essi sono realmente, e, ad onor del vero, abbondano e sono fra i più autorevoli e competenti coloro i quali ne sono ben convinti.

Ma sono ancora innumerevoli, specie nella Marina mercantile, i navigatori che ancora si attengono ai vecchi metodi, che non sanno e non vogliono far altro che prendere l'altezza del sole al mattino ed alla sera, per fare i calcoli di longitudine, ed a mezzogiorno, per fare il calcolo di latitudine; nè mancano quelli che, pur avendo buona veste di autorità e competenza, o addirittura non vogliono condannare i vecchi metodi o non incoraggiano, non aiutano come dovrebbero il diffondersi dei princìpi della moderna astronomia nautica che pur rappresentano, ed in modo assoluto, maggior esattezza, maggior comodità e maggior semplicità.

La gente di mare è per sua natura eminentemente conservatrice: ogni *novità* si fa strada fra chi vive sul mare con grande lentezza e stento, anche se offre evidenti vantaggi. L'uomo che, per volger d'anni, ha lottato con successo, e con pena, contro le difficoltà della navigazione, è persuaso che quei metodi, quei mezzi che gli hanno assicurato la vittoria sono i migliori, od almeno che sono buoni, che sono sufficienti: e poichè il sostituirli con altri, gli costerebbe sacrifizio di tempo e di studio e, finchè non ne avesse fatto lunga esperienza, non avrebbe pei nuovi procedimenti la stessa grata fiducia che oramai ha per quelli che gli sono familiari, male si rassegna a lasciar questi per quelli.

Diversa è la cosa per i giovani: ma la moderna astronomia nautica, interpretata nel modo qui riassunto, è anch'essa relativamente giovane: soltanto in questi ultimi tempi nelle Scuole professionali si è cominciato ad insegnarla, e questo è avvenuto, non certo per malvolere o insufficienza degli insegnanti, ma piuttosto perchè i programmi sco-

lastici sono rimasti indietro rispetto al progresso della Nautica; non si è avuto il coraggio di abbandonare risolutamente i vecchi metodi, di limitare l'insegnamento ai nuovi, e spesso è meglio curato l'insegnamento di quelli che non di questi.

I giovani licenziati dagli Istituti Nautici arrivando a bordo trovano non di rado dei comandanti decisamente ostili alle novità, che fanno il viso arcigno se non si vedono presentare la longitudine del mattino, la latitudine di mezzodì, che non vogliono fidarsi di un punto-nave dedotto da osservazioni crepuscolari o notturne, che per loro è cosa incomprensibile; e a poco a poco la maggior parte di questi giovani è trascinata ad obliare la nuova astronomia nautica, per seguire la vecchia strada.

La moderna soluzione del problema nautico si fonda specialmente sulle osservazioni multiple di stelle e pianeti, piuttostochè sulle osservazioni di sole e di luna: queste ultime osservazioni sono assai più facili di quelle stellari, per ben eseguire le quali occorre paziente e non breve pratica, un po' di attitudine ed un buon sestante. Nelle Scuole professionali, anche se è bene impartito l'insegnamento teorico, come avviene nella grande maggioranza dei nostri Istituti Nautici, lascia assai a desiderare l'insegnamento pratico, sono scarse le esercitazioni, manca insomma quello che può mettere il futuro navigante in grado di saper adoperare i suoi istrumenti. Così, il giovane licenziato capitano di lungo corso, imbarcando, si trova nuovo o quasi alle osservazioni col sestante, non dispone spesso che di un cattivo istrumento, e gli par già molto di riuscire a prendere mediocremente le altezze di sole: non si cimenta neppure a prendere le altezze di stelle che sa ben più difficili, che nessuno a bordo lo incoraggia a prendere.

Ed ancora: al procedimento che abbiamo indicato per tracciare la retta d'altezza, e che può dirsi unanimemente riconosciuto come il più opportuno, si è giunti attraverso altri procedimenti pei quali furono anche pubblicati libri e tavole speciali: nelle Scuole professionali si vuol insegnare anche questi procedimenti i quali derivano dai vecchi calcoli dell'angolo orario (della longitudine) e della circummeridiana (della latitudine): in generale si consiglia di adoperare tanto questi, quanto quello generale, rendendo così e più complicato e confuso l'insegnamento e più pesante il fardello delle cognizioni necessarie per la pratica. Non si pensa che anche se quei metodi possono essere più semplici di quello generale, ed ancora esatti nei casi per cui sono consigliati, quello generale è necessario in certi casi, e non può quindi essere ignorato: e che possedendo questo il navigante non ha più bisogno di ri-

cordare gli altri procedimenti, nè di investigare caso per caso sulla convenienza di applicare questo o quello fra i metodi che conosce; una sola formula, un solo tipo di calcolo, una sola regola bastano a tutte le esigenze pratiche e sono egualmente applicabili in tutte le circostanze.

La plurimità delle formule e dei metodi, se può tornar gradita agli insegnanti naturalmente portati a sviluppare anche più del necessario la parte teorica dell'insegnamento, nuoce a quella veste di facilità e semplicità che è la più simpatica caratteristica della nuova astronomia nautica: ed anche da questa circostanza è ostacolato il rapido propagarsi del nuovo metodo.

Per tale stato di cose, la gente di mare, che pure sarebbe quella più direttamente beneficata, non può essere quella che più efficacemente affretti od agevoli il diffondersi dei principî della moderna astronomia nautica. Debbo dire, in omaggio alla verità, che fra gli ufficiali e i comandanti della nostra benemerita Marina mercantile vi sono validi propugnatori del qui esposto ordine di idee, vi sono dei veri apostoli della moderna astronomia nautica: ma è appunto da questi Egregi che mi vennero segnalate e di continuo mi vengono segnalate le difficoltà, le resistenze di cui ho voluto dare breve notizia.

È dai *dirigenti*, a mio avviso, che deve partire l'azione acceleratrice del propagarsi delle nuove idee. E dirigenti sono tutti gli studiosi delle cose del mare che colla autorità della propria voce possono convincere i dubbiosi ad accettare il nuovo indirizzo, mediante pubblicazioni dimostrative ed illustrative dei nuovi metodi, con tavole, diagrammi, istrumenti, ecc., che ne rendano più facile l'applicazione: dirigenti sono le Autorità da cui dipendono le Scuole professionali che, col riformare queste, possono in pochi anni far sparire anche il ricordo della vecchia astronomia nautica; e poi le Autorità da cui sono promulgati e fatti rispettare i regolamenti concernenti la gente di mare, e gli armatori e le Società di navigazione ai quali deve stare più che ad ogni altro a cuore il trionfo di così sane idee: e dirigenti infine sono tutte le persone colte, anche profane delle cose del mare, che, col loro numero e coll'autorità dei proprî giudizi, possono esercitare salutare pressione sui poteri costituiti, per trascinarli a prendere quei provvedimenti che l'importanza della questione e lo stato delle cose esigono.

I programmi degli Istituti nautici non hanno ben seguìto l'evoluzione dell'astronomia nautica: essi ci rappresentano anzi un deplorevole anacronismo: e poichè è in corso (da parecchi anni) una riforma degli Istituti nautici, abbiasi il coraggio di dare un carattere veramente pro-

fessionale alle scuole che tali debbono essere sfrondando gli insegnamenti di ogni cosa non necessaria per l'esercizio professionale, esigendo invece che sieno dati agli allievi mezzi e possibilità di applicare ciò che viene a loro insegnato. Il Ministro della Marina con recente iniziativa ha posto allo studio un riordinamento delle scuole professionali della Marina da guerra, ch'Egli vuole risolutamente liberate da ogni superfluità teorica allo scopo di intensificare l'istruzione pratica: si cerchi di coordinare questa sana riforma con altra analoga delle scuole (che dipendono dal Ministero della Pubblica Istruzione) della Marina mercantile, così intimamente legata nelle sue funzioni e nella sua istessa esistenza a quella da guerra.

I programmi d'esame per la *patente* dei capitani di lungo corso sono in assoluta opposizione alla scienza nautica dell'oggi: questi programmi domandano ai candidati, soltanto nell'esame orale, qualche idea generica sulle rette d'altezza, ed invece esigono, per gli esami scritti e per gli esami orali la profonda conoscenza dei vecchi metodi. Questo tutti sanno, tutti criticano, ma... le cose rimangono come sono!

Le leggi sulla Marina mercantile impongono accurate verifiche alle navi per quanto riguarda gli scafi, le macchine, le imbarcazioni, l'abitabilità degli alloggi, la bontà dei viveri, ecc.; nulla o quasi esigono circa gli strumenti ed il materiale che serve per la condotta della navigazione; si trascura di verificare la qualità e il numero e lo stato delle carte nautiche che sono a bordo, la bontà dei sestanti, delle bussole; nulla si investiga sul modo col quale è condotta la navigazione costiera ed astronomica, sulle osservazioni astronomiche che vengono eseguite, sul modo col quale se ne fa uso.

Pochi e semplici provvedimenti che non urterebbero alcun interesse, che potrebbero essere facilmente applicati farebbero trionfare subito la moderna astronomia nautica: ed assai meglio di quello che oggi non avvenga sarebbero garantiti dagli infortuni e le vite delle persone ed i tesori affidati al mare.

6. — Quali sono i progressi che ancora si presumono o si desiderano nella scienza della Navigazione?

Il navigante si dichiarerà interamente soddisfatto il giorno in cui potrà vedere esattamente segnato ad ogni istante sulla carta idrografica — o su altro istrumento — il punto rappresentativo della posizione occupata dalla sua nave senza dover fare, per ottener questo, alcun lavoro, alcuno sforzo mentale.

Ai Signori Collaboratori.

Per risparmio di tempo e per assicurare la pronta pubblicazione degli articoli nella Rivista *vengono inviate ai signori Collaboratori soltanto le prime bozze degli articoli stessi. Perciò si prega caldamente di voler fare subito su esse* ***tutte*** *le correzioni, aggiunte e modifiche necessarie, lasciando poi al Presidente ed al Redattore la cura della più stretta sorveglianza perchè queste vengano scrupolosamente eseguite.*

La Società suole offrire ai signori Collaboratori 50 estratti dei rispettivi articoli pubblicati nella Rivista. *Chi ne desiderasse, per proprio conto, un numero maggiore è pregato di indicarlo nell'inviare il manoscritto o nel ritornare corrette le prime bozze.*

W. WATSON & Fils Fabricants de Lunettes en gros et au détail

Fournisseurs de l'Amirauté Britannique, du Bureau de la Guerre et de plusieurs gouvernements étrangers. — Maison fondée en 1837. — 42 Médailles d'Or, etc.

313, High. Holborn, LONDON (England)

LUNETTES ASTRONOMIQUES

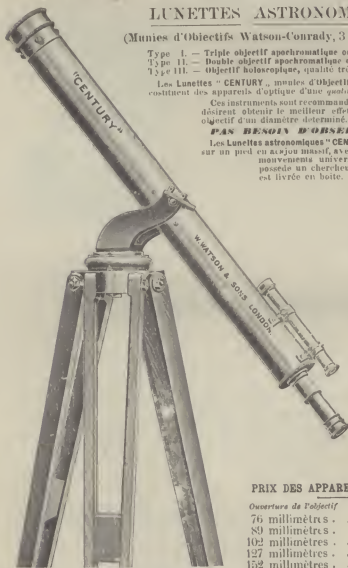
(Munies d'Objectifs Watson-Conrady, 3 types différents)

Type I. — Triple objectif apochromatique ou photo-visuel.
Type II. — Double objectif apochromatique ou photo-visuel.
Type III. — Objectif holoscopique, qualité très supérieure.

Les **Lunettes "CENTURY„** munies d'Objectifs Watson Type III constituent des appareils d'optique d'une *qualité sans égale!!*

Ces instruments sont recommandés aux amateurs qui désirent obtenir le meilleur effet possible avec un objectif d'un diamètre determiné.

PAS BESOIN D'OBSERVATOIRE!!

Les **Lunettes astronomiques "CENTURY„** sont montées sur un pied en acajou massif, avec berceau en cuivre mouvements universels; cette lunette possède un chercheur trois oculaires et est livrée en boite.

Lunettes astronomiques d'occasion par des fabricants bien connus, toujours prêtes à la vente, à de prix modéré. — Lunettes portatives pour voyage. — Jumelles à Prisme avec les grands objectifs. — Toutes choses de la dernière et de la meilleure qualité.

Démandez le **Catalogue n. 6 F** contenant des renseignements sur tous ces appareils, et, en outre, sur des instruments plus grands et d'autres de construction plus simple

PRIX DES APPAREILS COMPLETS

Ouverture de l'objectif	*Prix*
76 millimètres . . .	**437,50** francs
89 millimètres . . .	**625** francs
102 millimètres . . .	**900** francs
127 millimètres . . .	**1 286** francs
152 millimètres . . .	**1.940** francs

Agents pour l'Italie: F. BARDELLI e C.ia - Gall. Natta - TORINO

Avviso ai Soci della Società Astronomica Italiana

La Direzione della *Rivista di Astronomia* ha disponibili ancora alcune copie delle annate arretrate 1907 e 1908, le quali saranno cedute ai Signori Soci della « Società Astronomica Italiana », al prezzo di favore di **L. 5** per ogni annata.

Per i non soci esse sono messe in vendita a **L. 10** caduna.

Soltanto in quel giorno la Scienza avrà dato alla gente di mare ciò che questa domanda: nè per questo scenderà in basso la dignità e la funzione del comandante di nave, al quale resteranno ancora alte e gravi responsabilità.

Nè tale mèta è utopia: già i principî teorici non mancano per intravvedere la soluzione che tal sogno realizzi: chè si parla già e si usa un istrumento col quale, navigando in vista di punti terrestri noti e segnati sulla carta, basta *puntare*, con dei traguardi, alcuni di questi punti perchè rimanga continuamente ed automaticamente segnata sulla carta idrografica la posizione occupata dalla nave; e già tentativi furono fatti per applicare a bordo il vecchio principio del giroscopio col quale teoricamente si potrebbe, navigando, *portar con sè* e la direzione dell'asse terrestre e la direzione della verticale di un punto terrestre di partenza noto, e identificare continuamente la direzione della verticale del punto nel quale si trova la nave rispetto alle direzioni delle altre due rette: sopra un così fatto istrumento il navigatore potrebbe vedere continuamente rappresentata, come sopra un globo geografico, la posizione della sua nave.

Assai semplici sono i principî sui quali consimili istrumenti sarebbero fondati: e se oggi difficoltà materiali, principalmente meccaniche, li tengono ancora lontani dalla radicale soluzione del problema nautico, di fronte al meraviglioso, incessante progredire delle scienze pure ed applicate, non è certo lecito escludere la possibilità che ciò avvenga nell'avvenire: chi volesse farlo sarebbe già oggi ammonito dalla recente applicazione dei principî del giroscopio alla bussola detta appunto giroscopica la quale, sulle navi da guerra, utilmente si sostituisce alla bussola magnetica là dove il campo magnetico terrestre si trova mascherato da perturbazioni locali (nell'interno delle navi in ferro): e sarebbe ammonito dall'applicazione delle onde herziane ad un istrumento (bussola azimutale herziana Bellini-Tosi) col quale si pretende di identificare la direzione di punti terrestri (stazioni radiotelegrafiche) senza che essi sieno visibili. Non devono adunque gli scienziati e gli studiosi disperare di poter raggiungere la mèta altissima che abbiamo indicato.

— Ma, rimanendo in un campo più pratico e per realizzare intanto dei vantaggi *là dove si può*, è bene per adesso limitarsi a considerare le questioni del momento, le cui soluzioni pur sarebbero gradite e benefiche e potrebbero far inoltrare verso la mèta, sì con lenti passi e magari per indirette vie, ma con quella continuità che è la miglior promessa del successo.

La soluzione moderna del problema nautico, fondata sulle osservazioni d'altezza d'astri, è oramai, a mio avviso, nel suo aspetto teorico e geometrico la più diretta, la più semplice e la più esatta, nè è suscettibile di ulteriore progresso: ma ben lo sono gli strumenti ed i mezzi coi quali essa viene tradotta in pratica.

Ce ne convinceremo seguendo passo per passo le operazioni attraverso le quali si arriva ad ottenere il punto-nave.

a) Allorquando si osservano le altezze degli astri (col sestante) si trova spesso una difficoltà nella insufficiente chiarezza della linea dell'orizzonte: non solo di notte ma anche di giorno questa circostanza rende talvolta impossibile l'osservazione, anche quando sono visibili molti astri i quali sarebbero esuberantemente sufficienti a far conoscere la posizione della nave.

Gli sforzi dei costruttori dei sestanti sono diretti a dare a questi istrumenti l'attitudine ad osservare altezze di stelle anche durante la notte e con tempo chiaro: e veramente può dirsi che già esistono sestanti coi quali si possono fare eccellenti osservazioni d'altezza di stelle quando ciò non sarebbe possibile cogli ordinari sestanti.

Ma quando la linea dell'orizzonte è velata da nebbia o foschia, di notte o di giorno, vano riesce aumentare anche a dismisura la chiarezza del sestante: la vera e radicale soluzione del problema, piuttostochè nel perfezionamento del sestante, sembra che debba essere realizzata colla costruzione di uno strumento che permetta la misura delle altezze indipendentemente dalla visibilità dell'orizzonte. Si tentò di applicare ai sestanti la livella a bolla d'aria, o dei pendoli, o dei giroscopi ma con esito che, se talvolta (pei sestanti giroscopici) riuscì ad essere giudicato soddisfacente, non fu mai tale da far entrare gli strumenti ideati nella pratica della navigazione.

La moderna astronomia nautica suggerendo l'uso delle bissettrici d'altezza, invece che delle rette d'altezza, domanda soltanto che lo strumento fornisca i *valori delle differenze fra due altezze d'astri,* che faccia cioè conoscere il valore di ogni altezza a meno di una costante. Quando tale problema sarà risoluto col dovuto grado di approssimazione sarà anche vinto uno dei più forti ostacoli al generalizzarsi della moderna astronomia nautica: ed i principi di questa, è bene dirlo incidentalmente, potranno essere subito applicati anche alla aereonavigazione.

b) Per poter dedurre dall'istante segnato dal cronometro al momento dell'osservazione la corrispondente ora del 1° meridiano, è necessario oggi di determinare nel porto di partenza di quanto avanza o ritarda

il cronometro rispetto all'ora del 1° meridiano in un particolare momento prima della partenza: e di determinare la *marcia giornaliera* del cronometro stesso. Il grado di esattezza col quale si ottiene poi, durante la navigazione, il valore dell'ora del 1° meridiano, dipende principalmente dalla maggiore o minore corrispondenza che vi è fra la presupposta marcia del cronometro e quella effettiva.

Fino ad oggi per migliorare, durante le navigazioni, la conoscenza dell'ora del 1° meridiano, il navigante si rivolgeva ai costruttori dei cronometri domandando che questi istrumenti fossero perfezionati.

Ma oggi, col generalizzarsi della radiotelegrafia, si scorge la possibilità di far conoscere alle navi continuamente, o con grande frequenza, l'ora del 1° meridiano anche quando esse sono in alto mare, così da rendere superfluo il cronometro, od almeno così da rendere sufficiente ai bisogni della navigazione anche un orologio ordinario.

Già vi sono alcune stazioni radiotelegrafiche che inviano regolarmente segnali d'ora: già si ebbe notizia che alcune navi in pieno oceano poterono ricevere ed utilizzare per la navigazione questi segnali. Anche lo scrivente fece ricevere, con ottimo risultato, dalla stazione radiotelegrafica della Palmaria (Spezia) i segnali d'ora inviati dalla Torre Eiffel, controllando l'esattezza di tali ricezioni coi risultati delle proprie determinazioni di tempo, eseguite coll'istrumento dei passaggi.

Ma spesso avviene che con speciali condizioni meteorologiche, la ricezione dei segnali è impossibile o confusa: spesso le navi dotate degli ordinari apparecchi ricevitori delle onde herziane pur essendo ancora dentro al raggio di azione delle stazioni radiotelegrafiche, non sanno ricevere i segnali d'ora da queste trasmessi. Ma non può essere lontano il giorno in cui per la maggior potenza delle stazioni radiotelegrafiche trasmettitrici o per la maggior sensibilità degli apparecchi ricevitori sia concesso a tutte le navi, in tutti i punti degli Oceani di ricevere l'ora del 1° meridiano con frequenza sufficiente per rendere non necessaria a bordo la presenza dei cronometri: per quanto riguarda la sensibilità e praticità degli apparecchi ricevitori, pare che un bel progresso siasi realizzato colla costruzione dei ricevitori Roger-Ducretet.

c) Ottenute, coll'osservazione, le altezze degli astri e gli istanti corrispondenti dell'ora del 1° meridiano, bisogna calcolare, come sappiamo, le altezze e gli angoli azimutali degli astri che corrispondono al punto stimato.

Fino da quando fu ideata la moderna soluzione del problema nautico, gli studiosi si adoperarono per rendere minima la fatica del calcolatore

pur senza rinunziare al dovuto grado di esattezza ed a quelle garanzie di sicurezza, di immunità dagli errori di calcolo, che sono indispensabili nella condotta della navigazione.

Si idearono atlanti e diagrammi coi quali si può dare soluzione grafica al problema, e si idearono tavole speciali colle quali possono essere risparmiati i calcoli logaritmico-trigonometrici. A mio avviso però e per le considerazioni svolte in un'ampia discussione (Op. cit.), nè i diagrammi, nè le tavole speciali fino ad oggi ideati, meritano di essere preferiti al calcolo logaritmico diretto, fatto con formula opportuna e con qualche artifizio che ne rendano comodo, sicuro e generale lo svolgimento (vedi le mie « Istruzioni e tavole nautiche »).

Ma in questo campo indubbiamente si è lontani da quella perfezione e semplicità che formano la legittima aspirazione dei naviganti: gli studiosi non devono stancarsi dal voler realizzare qualche progresso.

d) Eseguito il calcolo dell'angolo azimutale e dell'altezza stimati, si devono eseguire sopra la carta idrografica tutte le operazioni grafiche che occorrono per avere le rette d'altezza, per ridurle simultanee, per ricavare le bisettrici ed il punto-nave.

Abbiamo veduto che la migliore e più naturale corrispondenza fra il problema e la sua soluzione si ha quando la carta idrografica rappresenta *senza deformazione* la zona del globo geografico dentro la quale devono svolgersi tutte le ore dette operazioni: e poichè data la ristrettezza di quella zona è lecito ritenere trascurabili, per quanto riguarda gli scopi nautici, gli scostamenti dei punti del globo geografico dalle corrispondenti proiezioni (verticali od ortogonali). sul piano tangente, il più opportuno tipo di carta idrografica per le operazioni grafiche inerenti alla qui considerata soluzione del problema nautico, sembra che sia appunto la *fedele* rappresentazione sul piano, limitata alla zona che si considera (che può ritenersi, come sappiamo, un quadrato avente il lato di 120 miglia marine), dei punti del globo geografico. A questa conclusione almeno ho creduto di dover arrivare colle considerazioni svolte nel lavoro più volte citato, nel quale per analogia all'uso della gente di mare di chiamare *piano idrografico* la carta rappresentante senza deformazione la porzione del globo geografico che corrisponde ad un porto, ad una piccola zona di mare e simili, mi parve razionale di dare il nome *piano celeste* a questo istesso tipo di carta quando serve a rappresentare per la risoluzione del problema nautico una ristretta zona del globo geografico: perchè allorquando su questo si considerano insieme ai punti rappresentativi delle verticali terrestri anche i punti

astrali, esso è per così dire materializzato, con qualche ovvia restrizione, nella *sfera celeste*, concepita come una sfera materiale sulla quale si trovino gli astri e sulla quale sieno segnati gli zenit dei punti terrestri; ed il piano celeste può allora definirsi come la rappresentazione piana, senza deformazioni, di una zona. sufficientemento ristretta, della sfera celeste.

Anche qui non si può escludere che altro metodo possa essere trovato il quale renda più comode e semplici le operazioni grafiche di cui ci occupiamo; nel frattempo parrebbe opportuno che i piani celesti fossero messi a disposizione di quei naviganti i quali vogliono sì attenersi rigorosamente alle leggi della moderna astronomia nautica, ma che hanno pur diritto di esigere che a loro siano dati dagli studiosi e dagli Istituti scientifici i mezzi per poterlo fare con la minor fatica e col minor disagio.

All'incarico affidatomi dal prof. Cerulli ho cercato di adempiere nel miglior modo che potevano permettere le mie deboli forze: lo meritava l'argomento che dovevo illustrare e la causa pel cui trionfo mi era offerta ambìta occasione di far sentire, non per la prima volta, la mia voce; lo meritava l'Uomo che coll'invitarmi all'impresa mi aveva onorato, lo meritavano i colti lettori di questa *Rivista*.

Chiedo venia se il mio dire fu impari all'alto compito: spero di essere perdonato per quel sentimento di amore ai colleghi del mare, per quel desiderio di rendermi utile a chi vuol conoscere la marineria della mia Patria ed i suoi fecondi campi di attività, che soli mi hanno ispirato.

Genova, novembre 1910.

ALBERTO ALESSIO.

UN OBSERVATOIRE PRÈS D'UN VOLCAN

L'île de Tenerife constitue un grand triangle allongé, dont la pointe est dirigée vers le Nord-Est: c'est là que l'on aboutit en venant d'Europe. Mais, venus aux Canaries pour faire des observations astronomiques et déterminer l'emplacement favorable à un Observatoire, nous ne nous attardons pas au port de Santa-Cruz: une traversée rapide de l'île, en biais, nous conduit sur la face Nord, dans la riante et fertile vallée de

Orotava, « la plus belle » du monde, disait Humboldt; c'est le rendez-vous des touristes, dans un climat extrêmement égal, aux nuits douces, le « Madère » canarien, la « Ville d'eau ». Ce n'est encore pas le moment de flâner et de jouir, en promeneur, de sites admirables et pittoresques — en route pour la montagne.

Après avoir traversé les nuages nous voici, à 2000 mètres, dans une immense écuelle volcanique de vingt cinq kilomètres de diamètre: au milieu, centre de gravité du triangle de l'île, comme une glace, comme un gigantesque parfait aux tons café et praline, dont la base s'étale capricieusement dans la cuvette, c'est le pic principal, haut comme le Mont Blanc et plus majestueux par son fier isolement. Oui, haut comme le Mont Blanc: car si le pic de Teyde a 3700 mètres seulement, il domine la mer d'une façon immédiate et directe, alors que les vallées qui entourent le géant alpin sont déjà à milles mètres d'altitnde et que le Mont Blanc n'est qu'un des dieux d'un massif étendu.

Mais le bord de l'écuelle est bien ébréché. Ce porteur d'une marmite formidable est constitué par une série de crêtes dures et vives, taillées à l'emporte-pièces, portant des ombres violentes et nettes, rochers à pic, colonnes et stalagmites aux plans les plus variés, tandis que la pierre elle-même, creuse, fouillée par des termites de feu, est comme une éponge solidifiée pour l'éternité; c'est une collerette dont la hauteur varie de trois à six cent mètres; et, impression curieuse, les murailles d'apparence verticale sont tellement rugueuses qu'elles se refusent presque complètement à faire écho — c'est l'inéluctable calcination; l'aspect « lunaire » du paysage s'impose progressivement, transportant le voyageur dans une vision de Jules Verne ou d'Edgar Poë.

Entre ces arètes et le pic à large base, dans les *cañadas*, c'est un chapelet de plages les plus diverses et les plus curieuses, au sable doré; on monte sur l'évanouissement d'une coulée de laves et de scories, puis on revient dans un nouveau cirque; on monte encore, pour redescendre plus loin. Toujours ainsi.

Nous allons séjourner quelques jours dans les *cañadas*, à l'Observatoire météorologique du professeur Hergesell. De là, quelques ascensions sur les montagnes de la périphérie pour choisir un point favorable aux observations, avec la condition que l'on y puisse determiner un chemin propre aux mules, et pour le transport de nos instruments, et pour le ravitaillememt: mules robustes, d'ailleurs, qui ne perdent pas leur temps en des lacets nombreux, et grimpent dans d'extraordinaires éboulis. Chaussé de forts souliers de montagne, à gros clous, la promenade à

travers les rochers est un véritable plaisir; la semelle mord admirablement sur cette pierre déchiquetée: mais, au retour, quelque gêne dans la marche, et l'on constate avec stupeur que plus de la moitié des clous sont absents.....; deux jours après, il n'en reste que deux à trois par semelle...; étrange phénomène dont nous aurons à supporter bien d'autres conséquences.

Enfin l'endroit est choisi: c'est le Mont Guajara, le plus élevé du bord de l'écuelle, à 2715 mètres, et, par conséquent, le second sommet de l'île.

Ici, spectacle grandiose et déconcertant: aux premiers plans, des roches découpées, décor d'enfer; d'autre part, un a-pic, puis le cône central de Teyde se dresse; partout ailleurs, on est maître de l'horizon, tandis qu'une mer de nuages couvre au loin l'île et la mer, nuages blancs, mammelonnés, mousse aux grandes ondulations, écran du silence, tapis ouaté sur lequel on a le vertige de s'élancer. Le régime normal de l'île de Tenerife — comme pour les autres Canaries — comporte en effet des nuages assez bas: tout le centre de la montagne jouit donc perpétuellement du ciel — et nous aurons le Soleil à son lever comme à son coucher.

Reste à organiser la vie sur le Guajara.

Il y a plus d'un demi siècle, Piazzi Smith vint faire ici de la spectroscopie. Mais c'était durant l'été: les nuits étaient fraiches, seulement, et il put vivre sous la tente après avoir élevé de petits murs de pierre sans ciment; actuellement, il fait de 15° à 25° dans la journée, sous un Soleil très piquant, mais la température atteint facilement —10° la nuit et il nous faut un abri plus sérieux — une petite cabane en bois.

Hélas! le premier mot de la langue espagnole avec lequel il faille, de suite, être familiarisé c'est « demain ». Les choses n'avancent pas vite. Non que les indigènes y mettent de la mauvaise volonté: loin de là! Mais il ne connaissent que « tout de suite » et « demain »: or bien des choses ne pouvant être faites « tout de suite » sont remises à « demain ». Quant à leur expliquer que je suis pressé d'observer la comète de Halley, que celle-ci n'attend pas..... j'ai essayé, mais alors leur stupeur douloureuse fait peine à voir — et ils vous répondent avec une angoisse craintive: « demain ».

Enfin, nous voici..... installés. Les murs sont séparés du plafond par des jours de 20 centimètres: c'est la mode en plaine, parait-il, pour faciliter l'aération! Vite, il faut tout d'abord travailler à boucher sa maison, tant bien que mal: vieux sacs, couvertures, toiles de bâches, paille des

Dètail des Observations.

1910	COMÈTE DE HALLEY — PHOTOGRAPHIES — Ouverture 210mm ; f = 2m,50 — temps de pose	milieu de la pose T.m.P.	Ouverture 38mm ; f = 0m,130 — temps de pose	milieu de la pose T.m.P.	Dessin de la tête avec un instrument de 125 mm. d'ouverture grossissem. 320 en T.m.P. à	Longueur de la queue à l'oeil nu	JUPITER — Dessin à une heure donnée en T. m. P. avec un instrument de ouverture 210mm grossiss. 350	ouverture 125mm grossiss. 320
	h m	h m s	m	h m s	h m s		h m s	h m s
Avril 5								9 8 30
» 6								9 23 30
» 7								9 18 30
» 8								9 3 30
» 10								9 3 30
» 11							9 18 30	9 13 30
» 12					5 54 0	1°	8 43 30	8 38 30
» 13					5 54 0	1°,5	9 3 30	8 53 50
» 14					6 13 30			
» 15					6 3 30		9 3 30	8 33 30
» 16	10	5 32 30			I 5 23 30	8°	grand vent	dessin impossible
					II 5 43 30	voir notes		
» 17	15	5 41 30			5 51 0		8 54 0	8 44 0
» 18	30	5 36 0	15	5 28 30	I 5 19 0	8°	8 34 0	8 19 0
					II 5 59 0	voir notes		bande équatoriale très lumineuse
» 19	37	5 31 30	15	5 20 30	5 22 0		8 44 0	8 29 0
» 20	40	5 29 0	20	5 19 0	5 54 0			
» 21							8 44 0	8 34 0
» 22	45		I 35	5 17 30				
		5 22 30	II 10	5 22 30				
» 24							8 54 0	8 44 0
» 25	20	5 23 0	10	5 18 0	4 59 0			

„ 26		15	5 24 30		5	5 19 30				8 24 0
„ 27	I	15	4 47 30				5 34 0	8°		
	II	10	5 7 0							
	III	15	5 24 30				voir notes			
„ 29		4	5 11 0		4	5 11 0	très grand vent			
Mai 1	I	15	4 33 30					15°		
	II	20	5 10 0							
„ 2		19	voir notes		12	5 0 0				
„ 3	I	30	4 34 0	I	20	4 29 0	5 44 0	> 15°		
	II	35	5 20 30	II	15	5 10 30				
„ 4	I	35	4 35 30	I	20	4 43 0	5 39 0			
	II	35	5 19 30	II	20	4 12 0				
„ 5	I	20	4 28 0	I	20	4 28 0	5 39 0	20°		
	II	50	5 8 0	II	15	4 50 30				
				III	15	5 25 30				
„ 6	I	1 17	4 50 30	I	50	4 37 0	5 34 0	20°		
				II	13	5 15 30				
„ 7					30	4 56 30	5 24 30			
„ 8			voir notes	I	25	4 37 0	5 29 30	30°		
				II	28	5 8 30				
„ 9			voir notes		50	4 54 30	5 29 30	> 30°		
„ 10				I	30	4 26 30	5 24 30	45°		
				II	30	5 4 30				
„ 11		1 11	4 46 0	I	35	4 28 0	5 24 30	35°		
				II	28	5 3 30				
„ 12	I	35	4 32 0	I	35	4 22 0	5 29 30	40°		
	II	26	5 10 30	II	21	5 8 0				
„ 13		1 7	4 51 0	I	35	4 35 0	5 29 30	50°		
				II	23	5 8 0				
„ 14		55	5 2 0	I	20	4 44 30	5 34 30	55°		
				II	25	5 12 0				
„ 15		43	4 56 0	I	20	4 44 30	5 19 30	75°		
				II	18	5 7 30				
„ 16		25	5 2 0		23	5 1 0	5 19 30	> 95°		

caisses..... tout est bon. Il vient un vent horrible, en lame de couteau, dans les jointures — que dis-je! jointures, juxtapositions — du plancher légèrement surélevé: on dressera des murs épais de roches et de cailloutis tout autour de la maison, pour éviter le vent; après quoi on cloue, on visse, on crée des rayonnages de fortune — on s'installe.

Le bonheur est éphémère. La maison, toute la journée, fait entendre de sinistres petits bruits: les planches se fendent, pour bailler de un centimètre de la plus indécente manière; nos outils se démanchent tout seuls.....

Et, pendant le même temps, les mains se couvrent de crevasses profondes; les ongles se brisent, souvent dans la longueur ce qui est assez douloureux; les narines piquent et se dessèchent intérieurement, créant une malaise très agaçant..... sans compter tous les avantages des nombreux « coup de soleil ». C'est la suite de l'aventure des souliers, et la caractéristique de la région: une sécheresse exceptionnelle, effroyable.

Nous allons donner, rapidement, le detail et les résultats de nos observations: (voir à pages 588-589).

NOTES.

Comète de Halley (1).

14 avril: le dessin de la tête a pu être fait à l'oculaire à travers cirrus légers.

15 » tête plus aplatie: queue régulière; parties blanches du dessin, c'est à dire sombres de la queue, très dissymètriques.

16 » queue de 8°; deux fois plus loin que les singularités du début de la queue, celle-ci reprend épaisse et uniformement blanche. Le second dessin est pris avec l'instrument de 210^{mm}, grossiss. 350.

17 » à l'instrument de 0^{m}.125, condensation très forte dans la tête, queue beaucoup plus longue et plus incurvée.

18 » comme tous les jours précédents la comète, dans les instruments, est plus lumineuse à gauche qu'à droite; bonne brise. Le second dessin est pris avec l'instrument de 210^{mm}, grossiss. 350.

(1) Pour l'histoire de la comète de Halley voir notre publication chez Gauthier-Villars, Paris, 1910, ou le résumé plublié dans *La Nature* du 23 avril 1910.

19 avril : tête beaucoup plus diffuse en avant. A $5^h\,37^m$ nouveau dessin : accentuation des rayons divergents à droite et à gauche.

20 » il n'y a plus de condensation centrale ; la tête est sans noyau net; la nébulosité s'étale encore vers la gauche et les contours sont diffus.

22 » la condensation stellaire de la tête est très intense ; la Lune, presque pleine, voile les plaques dès le début. Un accident survenu au chercheur fait que la pose du grand instrument se compose de deux parties dans des portions non complètement identiques.

25 » pleine Lune. Perte apparente de la queue ; élargissement de la tête, fort noyau.

26 » condensation très forte dans la tête ; élargissement de la queue et épanouissement général.

27 » 8° de queue à l'œil nu et, à l'œil nu, le bord supérieur de la queue parait beaucoup plus lumineux, et la queue plus incurvée que les jours précédents. Les poses sont un peu gênées par la brise ; la comète est haute, de sorte que les voiles des plaques doivent provenir de la Lune et non de l'aurore. Le dessin est pris dans le chercheur de 75^{mm}, avec un grossiss. de 150.

2 mai : les poses ont été faites à travers de légers bancs de cirrus : la pose de 19 minute s'est donc effectuée en deux fois, de $4^h\,54^m$ à $5^h\,8^m$ et de $5^h\,24^m$ à $5^h\,29^m$.

3 » le devant et les cotés de la comète sont très diffus et étalés ; l'absorption du peu de rayons violets de la comète, lorsque celle-ci est basse sur l'horizon, est manifeste sur les deux plaques, et confirme définitivement ce que les photographies montraient nettement dès le 27 avril.

4 » queue rectiligne, à l'œil nu aussi ; faible à droite, bords très diffus.

5 » comète plus symétrique ; la queue est rectiligne.

6 » les petits clichés reçoivent Vénus et la Lune ; la tête de la comète en avant et l'enveloppe latérale deviennent de plus en plus diffuses ; il n'y a plus de noyau ; à l'œil nu la queue est recourbée en sens inverse du précédent, et se montre comme une torsade.

7 » structure radiale, avec un pan coupé moins lumineux à droite ; la queue est plus large que jamais ; le noyau est de nouveau très intense et a l'air de vouloir se séparer en deux vers l'avant ; le noyau est comme un feu à éclipses irrégulières ; la luminosité

est plus faible à droite, comme le 4; l'aspect radial est très net à partir du centre du noyau.

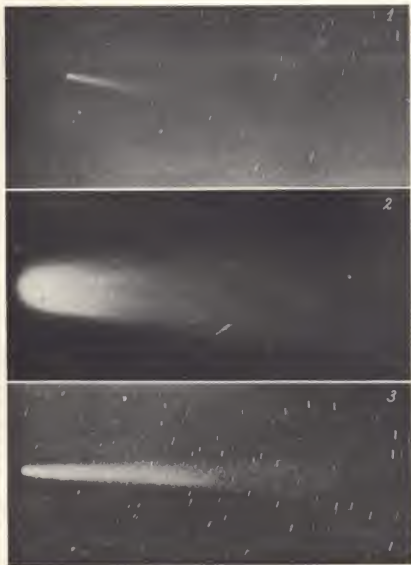
8 mai : de plus en plus diffus en avant et de côté; noyau tout différent; vide immense derrière la tête; queue à l'œil nu de 30°. La pose réelle de la photographie I, par suite de l'interruption de 2^m nécessitée par un cirrus, est $4^h\ 23^m\ 30^s$ à $4^h\ 31^m\ 30^s$ plus $4^h\ 33^m\ 30^s$ à $4^h\ 50^m\ 30^s$.

9 » le retard de pose ce jour-là provient d'un ou deux bancs de cirro-stratus à l'horizon; la tête de la comète est coupée sur le cliché par suite d'un accident au volet du chassis. L'apparence est encore très diffuse, avec un grand vide aussi derrière la tête; 30° au moins de queue à l'œil nu.

10 » le noyau est un peu moins brillant, et d'éclat variable; les bords restent diffus; le trou central de la queue, derrière la tête, est bouché. Queue de 45° à l'œil nu.

11 » les détails de la tête de la comète sont de moins en moins intéressants; la queue est beaucoup moin longue, au plus 35°. Une étoile filante *extrêmement* lumineuse, *portant ombre*, à $4^h\ 19^m\ 30^s$: il semble y avoir plus d'étoiles filantes que précédemment.

12 » moins de vague nébulosité; noyau beaucoup plus net que les jours derniers; éclat variable du noyau comme une scintillation; partie radiale au dessus et à gauche; on a l'impression à l'oculaire que le noyau tourne sur lui même en sens inverse des aiguilles d'une montre, illusion due sans doute à la scintillation dans la partie radiale. Queue à l'œil nu 40°. La comète semble devenir de moins en moins actinique au point de vue photographique, mais il y avait, il est vrai, un ou deux petits cirro-stratus assez bas sur l'horizon.

13 » le noyau apparait comme une étoile de première grandeur, avec un éclat scintillant. La queue est très élargie, et sa longueur dépasse 50°. Sensiblement moin d'étoiles filantes que précédemment. Plusieurs bancs de cirro-stratus se déplacent lentement à l'horizon, ce qui explique les interrumptions des trainées des étoiles sur les clichés. Cependant on a pu suivre la comète d'une façon continue, ce qui importe pour la nature des radiations. La comète semble devenir moins photogénique, eu égard à son accroissement visuel considérable, et elle possède peu de radiations violettes qui sont arrêtées par la moindre nébulosité: ceci importe pour le choix du temps de pose utile, ou inutile, suivant

PHOTOGRAPHIES DE LA COMÈTE DE HALLEY

faites à Tenerife par M. J. Mascart.

1. — Photographie du 4 mai (35^{m} de pose).
2. — Photographie du 6 mai.
3. — Photographie du 12 mai (26^{m} de pose).

LA TÊTE DE LA COMÈTE DE HALLEY

dessinée à Tenerife par M J. MASCART (lunette de 125mm; grossisem. 320).

1. — 14	avril	1910	à $6^h 13^m$	t. m. P.
2. — 15	»	»	6 3	»
3. — 16	»	»	5 23	»
4. — 18	»	»	5 19	»
5. — 19	»	»	5 22	»
6. — 20	»	»	5 54	»
7. — 25	»	»	4 59	»

DESSINS DE LA PLANÈTE JUPITER

faites à Tenerife par M. J. Mascart (lunette de 210^{mm} ; gross 320).

1. — 11 avril 1910 à $9^h 18^m$ t. m. P.
2. — 12 » » 8 43 »
3. — 13 » » 9 3 »

la hauteur, car elle n'est absolument pas photogénique quand elle est très basse.

14 mai: queue encore élargie, noyau peu lumineux avec une zone encore moins lumineuse traversant la tête et la chevelure en avant du noyau. L'observation déjà faite les jours précédents augmente d'importance: la queue parait toujours plus grande *avant* le lever de la tête et c'est pourquoi toutes nos notations de queue sont faites *une fois la tête levée.* Ainsi le 14, avant le lever de la tête, la queue a plus de 60° et va se perdre vers la voie lactée; elle n'a plus guère que 50° une fois la tête devenue visible.

15 » noyau très lumineux; queue encore plus large; 80° de longueur avant le lever de la tête, 70° après; cependant, aujourd'hui, la queue parait rester spécialement lumineuse après le lever de la tête. Quelques coups de brise irrégulière rendent la pose difficile à certains moments.

16 » le noyau parait projéter vers la droite une sorte de phare moins lumineux que le reste. La queue dépasse la voie lactée et a plus de 100 degrès, reste assez perceptible au lever de la tête; mais de 110° à 100° elle tombe presque aussitôt à 90°.

Lumière zodiacale (temps de Paris).

4 avril: 30° à la base, allant presque jusqu'au zénith, contours irréguliers, lumineuse et persistante.

6 » plus haute que la veille, plus étendue à gauche, plus lumineuse, traversant la voie lactée sous un angle de 60°.

7 » moins brillante et moins haute que la veille; atteint la voie lactée; mais parait couchée vers le Sud, avec une deuxième branche au Nord, couchée dans le même sens.

8 » à $9^h 28^m$, faible, dépasse un peu la voie lactée; un peu moins inclinée vers le Sud; base seule un peu large et de contour circulaire.

10 » pâle, presque verticale, à petite base mais très longue et dépassant le zénith.

11 » pas de lumière zodiacale à $9^h 53^m$, et la Lune est cependant couchée.

12 avril: lumière zodiacale faible, quoique plus brillant que l'avant-veille; atteint le croissant de la Lune.

13 » faible, haute, et à large base.

17 » belle lumière zodiacale par demi-lune à 9ʰ 34ᵐ; hauteur de 60°, pâle et sans base large.

18 » à 9ʰ 4ᵐ très haute, très pâle et très fine.

26 » lumière zodiacale, haute et fine à 9ʰ 24ᵐ, presque jusqu'au zénith; à 9ʰ 34ᵐ encore plus brillante et aussi haute, plus trapue à la base.

3 mai: lumière zodiacale très belle et très haute; encore 60° de hauteur à 10ʰ 4ᵐ du soir.

. . . .

Il n'y a plus de spécial que l'état de la lumière zodiacale le matin du 19 mai, nuit du passage dans la queue que nous allons étudier plus spécialement.

Nuit du passage dans la queue.

Nous allons nous borner ici aux observations effectuées dans la nuit du 18 au 19 mai, nuit du passage dans la queue, et nos indications horaires seront *en temps local.*

8ʰ 10ᵐ: lumière zodiacale faible, jusqu'à 40° environ.
La Lune a une couronne peu prononcée qu'elle va conserver toute la nuit.

9ʰ 20ᵐ: lumière zodiacale, 30° de hauteur environ.

10ʰ 37ᵐ: la lumière zodiacale disparait.

12ʰ 47ᵐ: la scintillation des étoiles a beaucoup diminuée.

3ʰ 0ᵐ: la Lune est couchée; nuit splendide, voie lactée très distincte. Lumière zodiacale *étonnante*, inclinée à 58° sur l'horizon (elle est rarement aussi inclinée), montant jusqu'au zénith. Nuit complétement calme. Deux météores lumineux, les premiers de la nuit, l'un tombant vers l'Est, l'autre sillonnant le ciel du Sud au Nord; depuis quelques jours il parait y avoir une diminution dans le nombre des étoiles filantes.

3ʰ 37ᵐ: la même lumière zodiacale *très* intense; largeur en bas, à l'horizon, 10°; 11° à 12° lors de la plus grande largeur. Vers 20° au dessus de l'horizon.

3h 49m: l'Est commence à blanchir; la lumière zodiacale est peut-être encore devenue plus distincte.

4h 20m: la lumière zodiacale disparait dans le crépuscule. On voit encore tomber un météore vers l'Ouest.

Les phénomènes du crépuscule ne présentent rien d'anormal. La *marche* de la température (courbe d'enregistreur) tout aussi peu: la nuit a été moins froide que les précédentes, minimum + 3°.5 contre 1° et 2° habituels.

État du vent dans l'échelle de 12 degrès: 9h 20m, W. 2 à 3; 10h 40m, W. 2 à 3; 11h 40m, S. W. 2; 12h 50m, N. 1; 1h 50m, S. 2 à 3; 2h, S. W. 3; 3h 10m, 0.

En bas, à Orotava, ciel demi-nuageux: rien de particulier au ciel.

Somme toute, à part une *très belle* lumière zodiacale, la plus belle sans doute que j'aie vue le matin, il ne s'est produit aucun phénomène spécial. J'avais imaginé, dès le début, que l'éclat de la lumière zodiacale avait pu se trouver accru par la présence d'un résidu de queue de la comète: je n'ai plus aucun doute sur cette explication après avoir vu le croquis du 19 mai de M. D. Leonardos (1).

Tandis que d'autres savants étaient répartis dans la montagne aux altitudes les plus variées, notamment pour faire des expériences de physiologie, nous étions venus pour effectuer des observations de la comète de Halley dans le voisinage de son périhélie et examiner les conditions propices de la région au point de vue des observations météorologiques et astronomiques: c'est pourquoi nous avons établi notre campement sur le Mont Guajara, à 2715 mètres d'altitude, sur l'emplacement même ou Piazzi Smith vint faire ses remarquables études spectroscopiques en 1858.

Le lieu est particulièrement favorable: placé au dessus des nuages normaux de l'ile, on a partout à sa disposition l'horizon de la mer — sauf un peu au N. N. W. vers le pic principal; on voit le Soleil de son lever à son coucher; il est fort rare que les cirrus viennent entraver les observations, soit le jour, soit la nuit. Mais, d'autre part, le régime météorologique est très loin de celui dont les ouvrages classiques nous donnent la description; la sècheresse extrême entraine des exigences multiples, et le nombre des travaux qui pourraient être utilement élu-

(1) « Bull. de la Soc. Astr. de Fr. », 1910, p. 319.

cidés est tel qu'il mérite un exposé détaillé (1). En tous cas le professeur Pannwitz fut fort bien inspiré en organisant une mission scientifique internationale à Tenerife, et les résultats obtenus sont de nature à le récompenser largement de ses efforts.

Pour les autres recherches qui pourraient être utilement entreprises en ce point, c'est toute la météorologie sous sa forme la plus générale y compris le magnétisme: aclinométrie, étude des courants, polarisation atmosphérique, état électrique...; à notre avis, la situation parait *unique* au monde. Nous avons rapporté, sur la comète de Halley, environ 70 clichés utilisables, dont la discussion technique serait ici fastidieuse; puis aussi des dessins, et de la comète, et de Jupiter.

En de meilleures installations, on a pu obtenir des clichés isolés très supérieurs aux nôtres, mais peu de séries aussi longues ont certainement été faites sur cet astre capricieux, si peu visible en Europe: et nous nous réjouirons si nous avons pu apporter ainsi une contribution utile à la connaissance de la comète de Halley.

JEAN MASCART.

LA STRUTTURA CORPUSCOLARE DELLE COMETE
e la distribuzione interna della energia di radiazione

In mezzo alla folla di teorie e di ipotesi vecchie e nuove sulle comete, mi è parso che non sia stata rilevata una notevole conseguenza della loro struttura corpuscolare, mercè la quale, le ragioni dei molteplici fenomeni, presentati dalle teste delle comete, vengono ad essere in qualche modo semplificate.

Consideriamo n sfere eguali di raggio r_1 il cui volume equivalga a quello di una sfera unica di raggio r. Si avrà:

$$r_1 = r \times n^{-\frac{1}{3}}.$$

(1) Sur les divers sujets dont l'étude serait favorable en un tel point, nous avons déjà publié deux notes aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* du 6 juin et 25 juillet 1910, deux petits article dans *La Nature* du 7 mai et 25 juin, et divers articles dans le *Figaro*, 12 avril, 17 et 23 mai, 15 juin, 2 juillet et 15 octobre; dans la *Revue Générale des Sciences* les deux articles du 15 aout et 15 novembre; dans le *Bulletin de la Société Astronomique de France* de septembre; enfin, nous étudions plus particulièrement la météorologie dans le *Bulletin de la Société belge d'Astronomie* du mois d'aout.

Il rapporto delle superficie sarà allora:

$$n \times r_1^2 : r^2 = n \times r^2 \times n^{-\frac{2}{3}} : r^2 = n^{\frac{1}{3}} = \frac{r}{r_1}.$$

Se la terra si scomponesse in tanti globi del raggio di un metro, il rapporto tra la superficie complessiva di questi globi e la superficie della Terra sarebbe adunque:

$$\frac{6.371.106}{1}.$$

Trattandosi di un pianeta mille volte più piccolo il rapporto sarebbe ancora:

$$\frac{637.110}{1}$$

Ci troveremmo così nelle condizioni della cometa di Encke (Hirn: *La materia degli spazi celesti*).

***

Ogni corpo celeste del sistema solare riceve dal Sole:

1° della energia vibratoria sotto forma di onde elettro-magnetiche. Non si conoscono i termini della scala, ma è noto che l'ottava costituente i raggi luminosi ne è una parte esigua;

2° della energia elettrica sotto forma di elettroni.

Parte della prima forma di energia viene restituita: *a*) per diffusione; *b*) per trasformazione in altri raggi di diversa lunghezza d'onda; *c*) per produzione di elettroni.

Parte della seconda forma di energia viene restituita: *a*) per produzione di calore, di luce, di raggi X, ossia per aver provocato l'emissione di energia della prima forma; *b*) per produzione di altri elettroni che abbandonano le superficie colpita.

Noi chiameremo riflessa tutta quanta l'energia che la superficie rivolta al Sole disperde nello spazio circostante. Ciò posto, le leggi della riflessione luminosa non vi saranno applicabili se non in parte e solo approssimativamente.

Diremo adunque che, nello stesso rapporto di 637.110 a 1, verrà irradiata verso lo spazio l'energia che lo sciame considerato riceve dal

Sole. Ma le condizioni sono ben diverse da quelle che si presentano con una superficie unica. Nel caso dello sciame una parte della energia riflessa viene raccolta dai corpuscoli, e si distribuisce nell'interno dello sciame.

Ora è appunto questa distribuzione che offre un particolare interesse e merita alcune considerazioni. Per semplificare il problema imaginiamo la congerie di corpuscoli come una gran moltitudine di sfere, tutte eguali,

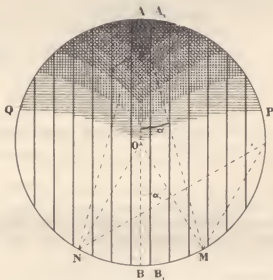



Fig. 1.

distribuite uniformemente in un globo. Consideriamo lo sciame sottoposto d'alto in basso ad un fascio di raggi paralleli all'asse del cilindro A B, passante pel centro della sfera. I corpuscoli in A hanno una faccia colpita dai raggi *diretti*, e la faccia opposta colpita dai raggi *diffusi* da tutti i corpi dello sciame.

I corpuscoli in B non sono invece colpiti che dai raggi *diretti.* Data la piccolezza del diametro A B rispetto alla distanza dal Sole si può ritenere costante l'energia ricevuta direttamente da una sezione normale del cilindro. Altrettanto non può dirsi di una sezione compresa tra A e B per ciò che riguarda l'energia riflessa.

Andando da B verso A questa energia

1° diminuisce in ragione inversa del quadrato della distanza da ciascun corpuscolo riflettente;

2° aumenta invece in ragione diretta del numero dei corpuscoli, ossia del volume dell'ammasso irradiante:

3° cresce ancora in funzione inversa dell'angolo α, ossia della obliquità del raggio riflesso.

L'aumento è adunque assai più cospicuo della diminuzione, e quindi l'energia interna andrà rapidamente crescendo da B verso A dove raggiungerà un massimo.

Per il cilindro adiacente A_1 B_1 si ripeterà lo stesso fenomeno, un po' meno intensamente per ragione di dissimetria.

Se in particolare si considerano i punti A O B C D rispetto all'energia che ricevono per diffusione, si hanno le relazioni simboliche

$$A > O > B \quad C = D \quad O > C$$

come risulta evidente considerando i punti M e N, simmetrici rispetto ad O e non rispetto a C, e per i quali valgano le relazioni:

$$O M = M C; \quad O N = N D.$$

La massa dei corpuscoli che riflettono la loro energia nei punti O e C e sono comprese nei coni, la cui base comune è il cerchio passante per M e N normalmente ad O B, e le cui sezioni sono i triangoli M O N e M C N, data la distribuzione uniforme, sono eguali.

Ma l'angolo α_1, che per il cono di vertice in O è *massimo* rispetto ai valori che può assumere per i punti interni, esso invece è *minimo* per il cono di vertice in C. In altre parole ad ogni punto interno del primo cono corrisponde un angolo minore di α_1, mentre ad ogni punto interno del secondo corrisponde un angolo maggiore di α_1. Per di più, mentre nel primo cono $O M = O N$ nel secondo $C M < C N$. Dunque il punto C, e per simmetria il punto D, devono ricevere meno energia del punto O. Poichè nei singoli strati l'energia interna, a cui è dovuto il fenomeno luminoso, deve crescere nella direzione parallela a B A e nello stesso verso, così per ritrovare un punto che riceva la stessa energia del punto O dovremo cercarlo in P od in Q, sopra il piano del cerchio che ha per diametro D O C. Un'analisi non certo elementare potrà determinare con rigore l'andamento della curva Q O P: quella disegnata è approssimativa.

Se ne conclude che nello sciame si formerà una calotta sferica, la cui sezione è figurata nel disegno, nella quale l'energia interna accumulata per diffusione tocca e sorpassa il limite necessario alla produzione di

quei molteplici fenomeni — in molta parte ancora sconosciuti — a cui si deve la luminosità della testa.

Modifichiamo ora un po' l'ipotesi, e supponiamo che solamente una metà della massa sia ridotta in globi di un metro, mentre l'altra metà sia formata da globi di un decimetro.

Il nuovo rapporto sarà:

$$\frac{1}{2} \times 637.110 + 10 \times \frac{1}{2} \times 637.110 = 11 \times \frac{637.110}{2} = 3.504.105.$$

Nel medesimo rapporto sarà cresciuta l'energia che si accumula nell'interno della massa.

Per l'azione concorde delle forze endogene e della forza divellente del Sole i corpuscoli minori devono formare un inviluppo intorno ai maggiori. Ora se tutto il globo fosse costituito dai primi, il limite interno della calotta luminosa, sarebbe $A_1\ O_1\ B_1$ in causa della molto maggiore energia interna.

Infatti, se nella figura precedente abbiamo posto nel centro — per comoda ipotesi — il punto in cui primieramente cominciano a rendersi manifesti i fenomeni luminosi, dato un globo in cui l'energia interna sia maggiore il punto corrispondente ad O dovrà trovarsi prima del centro, andando naturalmente nella direzione dei raggi diffusi.

Se esistesse solo il globo interno formato dalle sfere maggiori il limite sarebbe A O B come prima.

L'aggiunta dell'involucro farà in modo che il limite sia — in sezione — una linea intermedia tra le due, con la cuspide C più prossima ad O che ad O_1, ma con gli estremi A_1 e B_1 coincidenti, o quasi, con quelli della linea $A_1\ O_1\ B_1$.

Nell'interno infatti predomina la distribuzione i cui effetti visibili principierebbero in O, mentre esteriormente il predominio spetta alla distribuzione i cui effetti visibili avrebbero principio lungo la linea $A_1\ O_1\ B_1$.

La linea A O B si sarebbe abbassata anche se la densità corpuscolare (numero dei corpuscoli nella unità di volume) si fosse conservata costante, perchè l'energia interna si sarebbe accresciuta per il semplice aumento di volume. Ma questa energia, oltre che pel volume, ossia per la massa, si è aumentata assai più per lo sminuzzamento delle parti

(accrescimento della densità corpuscolare). Così verso la periferia l'influenza del globo interno deve essere assai meno sensibile, e però la curva A_1 C B_1 deve avere i suoi estremi A_1 B_1 presso quelli che essa avrebbe se la densità corpuscolare fosse per tutto eguale a quella dell'involucro esterno. Giova del resto ripetere che solo una analisi matematica potrebbe darci la giusta forma della curva A_1 C B_1.

Ci scosteremo meno dal vero supponendo nei corpi costituenti la testa della cometa molti ordini di grandezza degradanti dal centro verso la periferia. Potranno allora presentarsi due casi estremi;

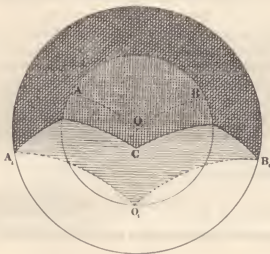



Fig. 2.

1° La grandezza dei corpuscoli decrescerà con una certa continuità, e la linea A_1 C B_1 sarà continua;

2° Due o più ordini di corpuscoli presenteranno un salto nelle loro dimensioni. Allora le cause sopraaccennate, ossia: l'azione concorde delle forze endogene e della forza divellente del Sole, avranno generato un distacco dei vari involucri, in modo da presentare una successione di due o più zone luminose separate da spazî oscuri.

Se ora si tien conto delle complicazioni portate dalla formazione della coda, è facile riconoscere su molti disegni e fotografie di comete la conferma di queste deduzioni teoriche.

Per meglio apprezzare i confronti gioverà ricordare che le due figure le quali accompagnano questa nota rappresentano *sezioni*. Per avere

una idea dell'aspetto che dovrebbe presentare il globo bisogna imaginare di far ruotare la prima figura intorno all'asse A B e la seconda intorno all'asse M C, ricordando le proprietà delle figure di rotazione, quella in particolare per cui, nel caso o di vuoto o di minor densità interna, i fenomeni agli orli si manifestano più cospicui. Si spiega appunto così la maggior luminosità delle code cometarie agli orli, nell'ipotesi della loro forma cilindrica.

Per il 1° caso citiamo a titolo di esempi: il disegno fatto da Kropp della cometa 1899 *a* al 9 maggio e quelli della cometa Halley di Arago e di Quenisset (*Bollettino della Società Astronomica di Francia*, 1899, pag. 411; 1910, pag. 229 e 233).

Per il 2° caso citeremo l'esempio della cometa Donati 1858, i cui disegni si trovano nell'opera del Celoria sulle comete e quello così caratteristico della cometa Holmes (1892 *f*), i cui disegni fatti da Denning si trovano a pag. 255 dell'annata 1893 della rivista *L'Astronomie*.

Ci sembra che uno studio più completo e analitico della distribuzione interna della energia di radiazione potrà utilmente servire di schema, per la migliore spiegazione dei complicatissimi fenomeni luminosi presentati dalle comete.

Dott. ARNALDO GNAGA.

COLLEGAMENTO GEODETICO

della Specola dell'Università di Genova alla rete di 1° ordine dello Stato

Chiamato nell'autunno del 1907 all'insegnamento di geodesia teoretica nell'Università di Genova, ed essendo stato in quell'anno aggiunto a detta cattedra altresì un Gabinetto, mi parve cosa opportuna procedere alla costituzione di una Specola, allacciandola alla rete geodetica dello Stato, e determinando di essa le coordinate astronomiche.

Scopo della presente pubblicazione è il resoconto delle operazioni riguardanti il collegamento anzidetto, operazioni le quali si svolsero dall'aprile al giugno del 1908.

Sul ripiano superiore della torre annessa all'Osservatorio meteorologico dell'Università, luogo meglio adatto per le osservazioni geodetiche, venne costrutto un robusto pilastro in muratura, e all'intorno di questo, e da esso indipendente, un pavimento di legno, appoggiato sui muri perimetrali dell'edificio.

L'esistenza in Genova di un vertice trigonometrico di 1° ordine (Istituto Idrografico della Marina) e la lontananza rilevante dei vertici circostanti, ci fece ritenere opportuno eseguire il collegamento riferendoci direttamente a tal caposaldo; e cioè, in primo luogo si determinò la distanza Specola-Istituto, di poi si misurò l'angolo che la direzione uscente da quest'ultimo, e diretta ad un vertice di 1° ordine circostante, formava con la direzione Istituto-Specola.

Questi elementi sarebbero stati di per sè sufficienti a determinare le coordinate dell'Università, rispetto a un qualunque sistema di assi passanti per l'Istituto, tuttavia, per ottenere nella determinazione maggior esattezza, e poter stabilire un calcolo di compensazione, si collimarono dall'Istituto i due vertici di 1° ordine: Semaforo di Capo Noli, e Monte del Telegrafo, il cui angolo, noto per comunicazione dell'Istituto Geografico Militare, e proveniente dalla compensazione della rete dello Stato, si assunse come quantità invariabile.

Lo strumento adoperato fu un teodolite Troughton e Simms, con il circolo orizzontale del diametro di 32 cm., e avente per valore della parte dei microscopi 1″.

Questo strumento, e gli altri occorrenti nella determinazione di cui è oggetto la presente relazione, mi furono dati a prestito dalla Direzione dell'Istituto Idrografico; ad essa mi è oggi assai grato esternar qui la più viva riconoscenza mia.

Determinazione della distanza Specola-Istituto.

1. *Misura di due basi e misure angolari.* — La distanza fra S (Specola) ed I (Istituto) è di poco superiore ai 600 m.: mancando in Genova una rete sicura su cui appoggiarne la determinazione con l'esattezza a noi neccessaria, stimammo conveniente compiere una piccola triangolazione, misurando una base in località acconcia.

A Sud della direzione I S, poco discosto da essa, e quasi ugualmente lontano dai suoi estremi, si estende in Genova il grandioso fabbricato dei Silos: l'ampia terrazza che lo ricopre ci parvo pienamente adatta al nostro scopo, e su di essa misurammo due basi A B, A_1 B, concorrenti in un punto: la figura 1 della Tavola annessa alla presente pubblicazione, offre uno schema della posizione reciproca dei vertici S, A, A_1, B, I, della piccola triangolazione in discorso.

Gli estremi delle due basi si individuarono con sottili punte di metallo, infisse sul pavimento della terrazza.

Per la misura della loro lunghezza, si adoperò un doppio decametro d'acciaio, diligentemente studiato in antecedenza, metro per metro, col comparatore catastale del Gabinetto di Geodesia dell'Università di Ge-

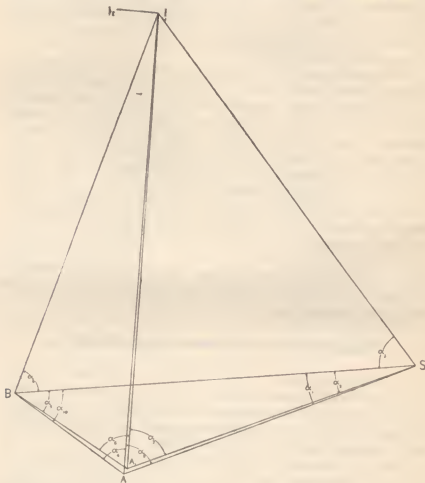



Fig. 1.

nova, la cui equazione, dedotta dal confronto con un comparatore Bamberg della Scuola d'Applicazione degli Ingegneri di risultò

$$M_c = 1^m - 64{,}^{\mu}6 + 18{,}^{\mu}8 \,.\, t.$$

Le due basi furono misurate ognuna quattro volte, tenendo conto della temperatura all'atto delle misure.

I valori ottenuti furono i seguenti:

Base A B.

$$\left.\begin{array}{r}194^m,8873\\32\\70\\33\end{array}\right\}\quad \text{valor medio } A\,B = 194^m,8852 \qquad m = +\,0^m,0022$$

Base A_1 B.

$$\left.\begin{array}{r}194^m,9127\\079\\085\\069\end{array}\right\}\quad \text{valor medio } A_1\,B = 194^m,9090 \qquad m = +\,0^m,0025$$

Le misure angolari furono eseguite nei vertici S, A, A_1, B: non si ritenne opportuno fare stazione anche in I, dato il carattere insufficientemente stabile di tal vertice, oggi costituito da un pilastrino su di un tetto ricoprente l'antico terrazzo, ove in origine trovavasi il vertice trigonometrico.

Inoltre, non essendo il punto I visibile dalla Specola, fu mestieri stabilire un ex-centro I_E, come indica la figura: in I_E, si fece poi stazione, come si dirà in appresso, per le collimazioni al Semaforo di Capo Noli, e al Monte del Telegrafo.

Onde conseguire la maggior precisione possibile nella misura degli angoli della piccola rete S A A_1 B I, ogni estremo collimato venne individuato da un filo a piombo, sospeso ad un cavalletto, e disposto in guisa che la punta del piombino coincidesse col vertice da individuare; nel puntamento il centro del reticolo veniva diretto al punto di sospensione del filo a piombo.

Data la vicinanza di I_E ai vertici della rete, si rese necessaria una cura speciale nella determinazione degli elementi di riduzione: l'eccentricità I I_E fu misurata in doppio, con due piccole triangolazioni, ognuna poggiantesi su base differente, e se ne ebbero i due valori.

$$\begin{array}{l}I\,I_E = 57^m,1923\\ I\,I_E = 57^m,1911\end{array}\quad \text{onde il valor medio } I\,I_E = 57^m,1917\,;$$

quanto all'angolo I I_E S risultò

$$I\,I_E\,S = 46^\circ\,14'\,34'',08\,;$$

infine un valore di I S sufficiente allo scopo, si dedusse da un calcolo approssimato della rete, ottenendo log I S = 2,7963542, in buon accordo col valore definitivo.

Applicando allora la nota formola

$$\operatorname{sen} \delta = \frac{e \operatorname{sen} \varepsilon}{s},$$

se ne ricavò, quale correzione da applicare alla direzione S I_E per ridurla ad S I

[1] $\delta = + 3^\circ 47' 07'',86.$

Eseguita poi la compensazione della rete, il valor definitivo di log I S risultò, come si vedrà, log I S = 2,7963710; ricalcolando con questo nuovo valore l'angolo δ se ne ebbe

[1'] $\delta = + 3^\circ 47' 07'',07$;

fu questo valore che si applicò per la riduzione in centro, nei calcoli relativi alla stazione I_E.

Nelle quattro stazioni S, A, A_1, B, le direzioni azimutali vennero osservate 24 volte, alternativamente col cerchio zenitale a destra e a sinistra, ruotando il cerchio azimutale di 15° tra ogni coppia di strati coniugati.

I risultati di queste osservazioni sono i seguenti:

Stazione alla Specola

Direzione al punto	A . . .	0° 00′ 00″,00
» »	A_1 . . .	0 09 18,55
» »	B . . .	16 48 17,56
» »	I . . .	74 46 53,40

Stazione in A

Direzione al punto	B . . .	0° 00′ 00″,00
» »	I . . .	56 57 59,81
» »	S . . .	122 21 49,14

Stazione in A_1

Direzione al punto	B . . .	0° 00′ 00″,00
» »	I . . .	57 31 13,24
» »	S . . .	123 10 39,00

STAZIONE IN B

Direzione al punto I	. . .	$0^\circ 00' 00'',00$
» » S	. . .	65 52 28,45
» » A_1	. . .	106 02 49,54

Coi valori di queste direzioni osservate, si formarono nelle quattro stazioni, gli angoli seguenti, indicati nella figura:

STAZIONE ALLA SPECOLA

$\alpha_1 = 16^\circ 48' 17'',56$
$\alpha_2 = 16\ 38\ 59,01$
$\alpha_3 = 57\ 58\ 35,89$

STAZIONE IN A

$\alpha_4 = 56^\circ 57' 59'',81$
$\alpha_5 = 65\ 23\ 49,33$

STAZIONE IN A_1

$\alpha_6 = 57^\circ 31' 13'',24$
$\alpha_7 = 65\ 39\ 25,76$

STAZIONE IN B

$\alpha_8 = 65^\circ 52' 28'',45$
$\alpha_9 = 40\ 10\ 21,09$
$\alpha_{10} = 40\ 49\ 52,63$

2. *Compensazione della rete.* — Il numero delle equazioni di condizione, che è dato dalla nota formola

$$A + B - 2\,P + 3,$$

in questo caso, in cui furono misurate due basi A B, A_1 B, ammonta a cinque: di queste, due sono angolari, e tre laterali; le prime sono date dai triangoli A B S, A_1 B S; le seconde provengono, una dal quadrilatero I S A B, un'altra dal quadrilatero I S A_1 B, uguagliando i valori del lato I B dati da questi poligoni, e sono le seguenti

$$\frac{\operatorname{sen}(I\,A\,B)\,\operatorname{sen}(A\,S\,B)\,\operatorname{sen}(S\,I\,B)}{\operatorname{sen}(A\,I\,B)\,\operatorname{sen}(S\,A\,B)\,\operatorname{sen}(I\,S\,B)} = 1$$

$$\frac{\operatorname{sen}(I\,A_1\,B)\,\operatorname{sen}(A_1\,S\,B)\,\operatorname{sen}(S\,I\,B)}{\operatorname{sen}(A_1\,I\,B)\,\operatorname{sen}(S\,A_1\,B)\,\operatorname{sen}(I\,S\,B)} = 1;$$

la terza finalmente, equazione alla base, proviene dal calcolo di A_1 B fatto con A B, ed è la seguente

$$\frac{\operatorname{sen}(A_1\,S\,B)\,\operatorname{sen}(B\,A\,S)}{\operatorname{sen}(B\,A_1\,S)\,\operatorname{sen}(B\,S\,A)} = \frac{A_1\,B}{A\,B}.$$

Se indichiamo con r_r la correzione più probabile, relativa all'angolo α_r, il sistema di queste cinque equazioni di condizione si potrà scrivere

$$[2]\left\{\begin{array}{l}
\dfrac{\operatorname{sen}(\alpha_1 + r_1)\operatorname{sen}(\alpha_4 + r_4)\operatorname{sen}(\alpha_3 + \alpha_8 + r_3 + r_8)}{\operatorname{sen}(\alpha_3 + r_3)\operatorname{sen}(\alpha_4 + \alpha_5 + r_4 + r_5)\operatorname{sen}(\alpha_4 + \alpha_8 + \alpha_{10} + r_4 + r_8 + r_{10})} = 1 \\[2ex]
\dfrac{\operatorname{sen}(\alpha_2 + r_2)\operatorname{sen}(\alpha_6 + r_6)\operatorname{sen}(\alpha_3 + \alpha_8 + r_3 + r_8)}{\operatorname{sen}(\alpha_3 + r_3)\operatorname{sen}(\alpha_6 + \alpha_7 + r_6 + r_7)\operatorname{sen}(\alpha_6 + \alpha_8 + \alpha_9 + r_6 + r_8 + r_9)} = 1 \\[2ex]
\dfrac{\operatorname{sen}(\alpha_2 + r_2)\operatorname{sen}(\alpha_4 + \alpha_5 + r_4 + r_5)}{\operatorname{sen}(\alpha_1 + r_1)\operatorname{sen}(\alpha_6 + \alpha_7 + r_6 + r_7)} = \dfrac{A_1 B}{A B} \\[2ex]
(\alpha_1 + r_1) + (\alpha_4 + \alpha_5 + r_4 + r_5) + (\alpha_{10} + r_{10}) - 180^\circ = 0 \\[1ex]
(\alpha_2 + r_2) + (\alpha_6 + \alpha_7 + r_6 + r_7) + (\alpha_9 + r_9) - 180^\circ = 0.
\end{array}\right.$$

Ridotte le equazioni laterali alla forma lineare, questo sistema diverrà

$$\begin{array}{l}
\Delta_{\alpha_1} r_1 + (\Delta_{\alpha_3+\alpha_8} - \Delta_{\alpha_3})\, r_3 + (\Delta_{\alpha_4} - \Delta_{\alpha_4+\alpha_5} - \Delta_{\alpha_4+\alpha_8+\alpha_{10}})\, r_4 - \\
\quad - \Delta_{\alpha_4+\alpha_5} r_5 + (\Delta_{\alpha_3+\alpha_8} - \Delta_{\alpha_4+\alpha_8+\alpha_{10}})\, r_8 - \Delta_{\alpha_4+\alpha_8+\alpha_{10}} r_{10} + \\
\quad + \log \dfrac{\operatorname{sen}\alpha_1 \operatorname{sen}\alpha_4 \operatorname{sen}(\alpha_3 + \alpha_8)}{\operatorname{sen}\alpha_3 \operatorname{sen}(\alpha_4 + \alpha_5)\operatorname{sen}(\alpha_4 + \alpha_8 + \alpha_{10})} = 0 \\[2ex]
\Delta_{\alpha_2} r_2 + (\Delta_{\alpha_3+\alpha_8} - \Delta_{\alpha_3})\, r_3 + (\Delta_{\alpha_6} - \Delta_{\alpha_6+\alpha_7} - \Delta_{\alpha_6+\alpha_8+\alpha_9})\, r_6 - \\
\quad - \Delta_{\alpha_6+\alpha_7} r_7 + (\Delta_{\alpha_3+\alpha_8} - \Delta_{\alpha_6+\alpha_8+\alpha_9})\, r_8 - \Delta_{\alpha_6+\alpha_8+\alpha_9} r_9 + \\
\quad + \log \dfrac{\operatorname{sen}\alpha_2 \operatorname{sen}\alpha_6 \operatorname{sen}(\alpha_3 + \alpha_8)}{\operatorname{sen}\alpha_3 \operatorname{sen}(\alpha_6 + \alpha_7)\operatorname{sen}(\alpha_6 + \alpha_8 + \alpha_9)} = 0 \\[2ex]
- \Delta_{\alpha_1} r_1 + \Delta_{\alpha_2} r_2 + \Delta_{\alpha_4+\alpha_5} r_4 + \Delta_{\alpha_4+\alpha_5} r_5 - \Delta_{\alpha_6+\alpha_7} r_6 - \Delta_{\alpha_6+\alpha_7} r_7 + \\
\quad + \log \dfrac{\operatorname{sen}\alpha_2 \operatorname{sen}(\alpha_4 + \alpha_5)}{\operatorname{sen}\alpha_1 \operatorname{sen}(\alpha_6 + \alpha_7)} - \log \dfrac{A_1 B}{A B} = 0 \\[2ex]
r_1 + r_4 + r_5 + r_{10} + (\alpha_1 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_{10} - 180) = 0 \\[1ex]
r_2 + r_6 + r_7 + r_9 + (\alpha_2 + \alpha_6 + \alpha_7 + \alpha_9 - 180) = 0.
\end{array}$$

Se si sostituiscono agli angoli α i loro valori numerici osservati, e se si esprimono i coefficienti e i termini noti in unità della 7ª cifra decimale logaritmica, le precedenti equazioni si riducono alle altre seguenti

$$\left\{\begin{aligned}
&69.7\,r_1 - 27.4\,r_3 + 99.0\,r_4 + 13.4\,r_5 + 57.7\,r_8 + 71.9\,r_{10} - 715.2 = 0\\
&70.4\,r_2 - 27.4\,r_3 + 98.6\,r_6 + 13.8\,r_7 + 57.2\,r_8 + 71.4\,r_9 - 215.6 = 0\\
&69.7\,r_1 + 70.4\,r_2 - 13.4\,r_4 - 13.4\,r_5 + 13.8\,r_6 + 13.8\,r_7 + 49.4 = 0\\
&\qquad r_1 + r_4 + r_5 + r_{10} - 0''.67 = 0\\
&\qquad r_2 + r_6 + r_7 + r_9 - 0''.90 = 0
\end{aligned}\right.$$

Applicando, per la risoluzione di questo sistema, il metodo dei correlativi, e indicando questi coi noti simboli I, II, III, ..., si ottiene il seguente sistema normale di equazioni correlanti

$$\begin{aligned}
24088{,}31\ \mathrm{I} + 4018{,}46\ \mathrm{II} + 6364{,}25\ \mathrm{III} + 254{,}00\ \mathrm{IV} \qquad\qquad - 715{,}20 = 0\\
4058{,}46\ \mathrm{I} + 23983{,}65\ \mathrm{II} - 6507{,}28\ \mathrm{III} \qquad\qquad + 254{,}20\ \mathrm{V} - 215{,}60 = 0\\
6364{,}25\ \mathrm{I} - 6507{,}28\ \mathrm{II} + 10554{,}25\ \mathrm{III} + 96{,}50\ \mathrm{IV} - 98{,}00\ \mathrm{V} - 49{,}40 = 0\\
254{,}00\ \mathrm{I} \qquad\qquad + 96{,}50\ \mathrm{III} + 4{,}00\ \mathrm{IV} \qquad\qquad - 0{,}67 = 0\\
254{,}20\ \mathrm{II} - 98{,}00\ \mathrm{III} \qquad\qquad + 4{,}00\ \mathrm{V} - 0{,}90 = 0
\end{aligned}$$

dal quale sistema, con l'eliminazione successiva dei correlativi, passiamo al sistema di equazioni risolventi seguente

$$\begin{aligned}
24088{,}31\ \mathrm{I} + 4018{,}46\ \mathrm{II} + 6364{,}25\ \mathrm{III} + 254{,}00\ \mathrm{IV} \qquad\qquad - 715{,}20 = 0\\
23303{,}24\ \mathrm{II} - 7576{,}90\ \mathrm{III} - 42{,}69\ \mathrm{IV} + 254{,}20\ \mathrm{V} - 95{,}40 = 0\\
6109{,}20\ \mathrm{III} + 15{,}51\ \mathrm{IV} - 15{,}35\ \mathrm{V} + 108{,}54 = 0\\
1{,}206\ \mathrm{IV} + 0{,}503\ \mathrm{V} + 6{,}433 = 0\\
0{,}9802\ \mathrm{V} - 2{,}2821 = 0
\end{aligned}$$

La risoluzione di queste equazioni ci porta, per i correlativi, ai valori

$$\mathrm{I} = +\,0{,}10045 \qquad \mathrm{II} = -\,0{,}03159 \qquad \mathrm{III} = +\,0{,}00390$$

$$\mathrm{IV} = -\,6{,}30522 \qquad \mathrm{V} = +\,2{,}32820.$$

Applicando, allora, la nota formola

$$r_r = \mathrm{A}_r\,\mathrm{I} + \mathrm{B}_r\,\mathrm{II} + \mathrm{C}_r\,\mathrm{III} + \mathrm{D}_r\,\mathrm{IV} + \mathrm{E}_r\,\mathrm{V},$$

dove con A_1, A_2, ... B_1, ... s'intendono i coefficienti delle varie

equazioni di condizione, si ottengono per le correzioni più probabili i valori

$$
\begin{aligned}
v_1 &= 69{,}7\,(\mathrm{I} + \mathrm{III}) + \mathrm{IV} &&= +\,0'',97 \\
v_2 &= 70{,}4\,(\mathrm{II} - \mathrm{III}) + \mathrm{V} &&= -\,0'',17 \\
v_3 &= -\,27{,}4\,\mathrm{I} - 27{,}3\,\mathrm{II} &&= -\,1'',89 \\
v_4 &= 99\,\mathrm{I} + 13{,}4\,\mathrm{III} + \mathrm{IV} &&= +\,3'',69 \\
v_5 &= 13{,}4\,(\mathrm{I} + \mathrm{III}) + \mathrm{IV} &&= -\,4'',91 \\
v_6 &= -\,98{,}6\,\mathrm{II} - 13{,}8\,\mathrm{III} + \mathrm{V} &&= -\,0'',84 \\
v_7 &= 13{,}8\,(\mathrm{II} - \mathrm{III}) + \mathrm{V} &&= +\,1'',84 \\
v_8 &= 57{,}7\,\mathrm{I} + 57{,}2\,\mathrm{II} &&= +\,3'',99 \\
v_9 &= 71{,}4\,\mathrm{II} + \mathrm{V} &&= +\,0'',07 \\
v_{10} &= 71{,}9\,\mathrm{I} + \mathrm{IV} &&= +\,0'',92.
\end{aligned}
$$

Applicando queste correzioni agli angoli osservati nelle varie stazioni, si ottengono per essi i seguenti valori compensati

Stazione alla Specola	Stazione in A
$\alpha_1^* = 16^\circ 48' 18'',53$	$\alpha_4^* = 56^\circ 58' 03'',50$
$\alpha_2^* = 16\ 38\ 58,84$	$\alpha_5^* = 65\ 23\ 44,42$
$\alpha_3^* = 57\ 58\ 33,95$	

Stazione in A_1	Stazione in B
$\alpha_6^* = 57^\circ 31' 12'',40$	$\alpha_8^* = 65^\circ 52' 32'',44$
$\alpha_7^* = 65\ 39\ 27,60$	$\alpha_9^* = 40\ 10\ 21,16$
	$\alpha_{10}^* = 40\ 49\ 53,55$

Eseguite allora le relative sostituzioni nelle equazioni di condizione [2], nella terza delle quali si pongano per A B, A_1 B i valori misurati, si ottengono i seguenti risultati:

$$\log \frac{\operatorname{sen}\alpha_1^* \operatorname{sen}\alpha_4^* \operatorname{sen}(\alpha_3^* + \alpha_8^*)}{\operatorname{sen}\alpha_3^* \operatorname{sen}(\alpha_1^* + \alpha_5^*) \operatorname{sen}(\alpha_4^* + \alpha_8^* + \alpha_{10})} = 0{,}0000000.0$$

$$\log \frac{\operatorname{sen}\alpha_2^* \operatorname{sen}\alpha_6^* \operatorname{sen}(\alpha_3^* + \alpha_8^*)}{\operatorname{sen}\alpha_3^* \operatorname{sen}(\alpha_6^* + \alpha_7^*) \operatorname{sen}(\alpha_6^* + \alpha_8^* + \alpha_9^*)} = 0{,}0000000.0$$

$$\log \frac{\operatorname{sen}\alpha_2^* \operatorname{sen}(\alpha_4^* + \alpha_5^*) \,.\, A\,B}{\operatorname{sen}\alpha_1^* \operatorname{sen}(\alpha_6^* + \alpha_7^*) \,.\, A_1\,B} = 0{,}00000000.0$$

$$\alpha_1^* + \alpha_4^* + \alpha_5^* + \alpha_{10}^* - 180^\circ = 0'',00$$

$$\alpha_2^* + \alpha_6^* + \alpha_7^* + \alpha_9^* - 180^\circ = 0'',00.$$

Questi risultati dimostrano l'esattezza del calcolo di compensazione eseguito.

La distanza S I si potrà ora calcolare in un modo qualunque dalla rete: per controllo la si potrà dedurre nelle due vie segnenti:

$$S\,I = \frac{A_1\,B \operatorname{sen} \alpha_7{}^* \operatorname{sen} \alpha_9{}^*}{\operatorname{sen} \alpha_2{}^* \operatorname{sen} (\alpha_2{}^* + \alpha_3{}^* + \alpha_7{}^*)} = \frac{A\,B \operatorname{sen} \alpha_5{}^* \operatorname{sen} \alpha_{10}{}^*}{\operatorname{sen} \alpha_1{}^* \operatorname{sen} (\alpha_1{}^* + \alpha_3{}^* + \alpha_5{}^*)};$$

eseguiti i calcoli si ottiene

[3] $\log S\,I = 2{,}7963710.4 \qquad \log S\,I = 2{,}7963710.2.$

Per renderci conto dell'esattezza conseguita nella determinazione di questa distanza, sarà opportuno calcolare l'errore medio da cui essa risulta affetta.

Eseguiamo ad esempio il calcolo sulla

$$I\,S = \frac{A\,B \operatorname{sen} (\alpha_5 + v_5) \operatorname{sen} (\alpha_{10} + v_{10})}{\operatorname{sen} (\alpha_1 + v_1) \operatorname{sen} (\alpha_1 + \alpha_3 + \alpha_5 + v_1 + v_3 + v_5)}.$$

Considerandone il logaritmo come funzione di quantità osservate, avremo:

$$\log I\,S = H = - v_1 (\Delta_{\alpha_1} + \Delta_{\alpha_1 + \alpha_3 + \alpha_5}) - v_3\,\Delta_{\alpha_1 + \alpha_3 + \alpha_5} +$$
$$+ v_5 (\Delta_{\alpha_5} - \Delta_{\alpha_1 + \alpha_3 + \alpha_5}) + v_{01}\,\Delta_{\alpha_{10}} +$$
$$+ A\,B \frac{\operatorname{sen} \alpha_5 \operatorname{sen} \alpha_{10}}{\operatorname{sen} \alpha_1 \operatorname{sen} (\alpha_1 + \alpha_3 + \alpha_5)}.$$

Indicando con H_1, H_2, ... le derivate della funzione H rispetto ad α_1, α_2, ... si ha

$$H_1 = -(\Delta_{\alpha_1} + \Delta_{\alpha_1 + \alpha_3 + \alpha_5}),\ H_2 = 0,\ \ H_3 = - \Delta_{\alpha_1 + \alpha_3 + \alpha_5},\ \ H_4 = 0$$
$$H_5 = \Delta_{\alpha_5} - \Delta_{\alpha_1 + \alpha + \alpha_5},\ \ H_6 = H_7 = H_8 = H_9 = 0,\ \ H_{10} = \Delta_{\alpha_{10}};$$

d'altra parte, se si indicano con A_1, A_2, ... B_1, B_2, ... i vari coefficienti delle equazioni di condizione, il peso della funzione H sarà espresso, com'è noto, da

$$\frac{1}{p_H} = [H\,H] - \frac{[A\,H]^2}{[A\,A]} - \frac{[B\,H\,1]^2}{[B\,B\,2]} - \frac{[C\,H\,2]^2}{[C\,C\,2]} - \frac{[D\,H\,3]^2}{[D\,D\,3]} - \frac{[E\,H\,7]^2}{[E\,E\,4]};$$

eseguite le sostituzioni relative al caso nostro, si ottiene

$$\frac{1}{p_H} = 2100 \text{ circa.}$$

Indicando ora con m l'errore medio di una direzione semplice osservata nella rete, l'errore M_H della funzione H sarà, com'è noto, espresso dalla formola

$$M_H = m \sqrt{\frac{1}{p_H}} ;$$

d'altra parte si ha

$$m'' = \sqrt{\frac{[r\,r]}{n}},$$

dove n è il numero delle equazioni di condizione, nel nostro caso uguale a 5; eseguita la sostituzione per le r dei loro valori numerici determinati, se ne deduce

$$m'' = 3'',54,$$

onde

$$M_H = 163,$$

in unità della 7ª cifra decimale logaritmica.

Sarà perciò, indicando con μ il modulo dei logaritmi decimali

$$d \log \mathrm{I\,S} = \mu \frac{d\,\mathrm{I\,S}}{\mathrm{I\,S}} = \pm\ 0{,}0000163,$$

da cui

$$d\,\mathrm{I\,S} = \pm\ 0^{m},023.$$

Tenendo conto dei valori [3] avremo allora in definitiva, quale distanza della Specola dell'Università di Genova, dal vertice di 1° ordine « Istituto Idrografico della Marina » il valore

$$\mathrm{I\,S} = 625^{m},707, \qquad m = \pm\ 0^{m},023.$$

Determinazione delle coordinate geografiche della Specola.

Onde determinare l'orientamento del lato I S, rispetto alla direzione uscente da I, e rivolta a uno dei vertici di 1° ordine da esso visibili, fu

fatta stazione nel punto I_E, collimando, come già si accennò in principio, ai due vertici Monte del Telegrafo (T), e Semaforo di Capo Noli (N).

La stazione fu eseguita a varie riprese, sopratutto a causa della scarsa visibilità del punto N, quasi sempre celato dai vapori e dalla foschia ricoprenti la superficie del mare, sulla quale, e a breve altezza, viene a passare la visuale I N.

Il puntamento per il vertice T, fu diretto a un pilastrino in muratura T_E, ex-centro, da noi fatto costrurre sul pilastro che già, in altre occasioni, aveva servito per la stazione astronomico-geodetica di Monte del Telegrafo (1): per il vertice N, essendo questo rappresentato dall'asta semaforica, non visibile alla forte distanza in cui trovavasi da noi il punto stesso, la collimazione si rivolse alla luce dell'elioscopio a noi inviata, con intelligente premura, dal personale di quel Semaforo: l'elioscopio fu tenuto dapprima in un punto N_E, di poi occupato da un collimatore Lépaute per susseguenti osservazioni di azimut astronomico: in appresso fu collocato in altro punto N'_E

Calcolati con cura gli elementi di riduzione, essi risultarono per i varî vertici i seguenti:

Punto T_E

$e = 1^m,62 \quad \varepsilon = 62°\,01' \quad \log s = 4,3475600$; se ne deduce $\delta'' = 13''26$

Punto N_E

$e = 12^m,43 \quad \varepsilon = 129°\,12' \quad \log s = 4,6745950$; se ne deduce $\delta'' = 42'',04$

Punto N'_E

$e = 2^m,97 \quad \varepsilon = 46°\,13' \quad \log s = 4,6745950$; se ne deduce $\delta'' = 9'',34$;

con e abbiamo indicato l'eccentricità lineare; con ε l'angolo che la direzione ad I_E forma con la direzione al centro; con s la distanza del centro da I_E, opportunamente dedotta dalla distanza da I, nota per comunicazione dell'Istituto Geografico Militare: infine con δ la correzione relativa all'ex-centro.

Nella stazione I_E gli angoli furono misurati ognuno 36 volte, ruotando il cerchio di 10°, fra ogni coppia di osservazioni coniugate.

Nella misura si tennero due diversi procedimenti: dapprima furono separatamente misurati gli angoli che la visuale alla Specola forma con le

(1) Confronta « Operazioni astronomico-geodetiche eseguite nel 1901 902 ». Resoconto del Capitano di vascello Pasquale Leonardi-Cattolica. — Genova, 1904.

direzioni ad N_E e T_E ; di poi, scelto l'asse (C) della cupola centrale della Chiesa dell'Assunta, nella piazza di Carignano in Genova, come direzione origine, separatamente si misurarono gli angoli che questa direzione forma con le tre visuali ad N'_E, S e T_E.

Per la riduzione in centro da I_E al vertice I, oltre al rammentare, come fu prima calcolato, che per la Specola gli elementi di riduzione sono

$$r = 57^m,192 \quad \varepsilon = 46^\circ\, 14'\, 34'',0 \quad \log s = 2,7963710 \quad \delta = 3^\circ\, 47'\, 07'',20,$$

aggiungeremo che per i vertici T, C, N essi sono i seguenti:

vertice T	$\varepsilon = 28^\circ\, 29'\, 40''$	$\log s = 3,3465673$	da cui	$\delta = 0^\circ\, 04'\, 13'',38$
» C	$\varepsilon = 61\ 01\ 24$	$\log s = 3,3450726$	»	$\delta = 1\ 17\ 44,98$
» N	$\varepsilon = 149\ 09\ 26$	$\log s = 4,6750517$	»	$\delta = 0\ 02\ 07,81.$

Indicando ora con

α_1	l'angolo	osservato	in I_E	fra le visuali	ad S e T_E
α_5	»	»	»	»	ad S ed N_E
α_2	»	»	»	»	a C ed S
α_4	»	»	»	»	a C e T_E
α_3	»	»	»	»	a C ed N'_E ,

si ebbero i valori seguenti:

$$\alpha_1 = 17^\circ\, 42'\, 53'',43 \qquad m = \pm\, 0'',67$$
$$\alpha_2 = 14\ 46\ 49,67 \qquad m = \pm\, 0,60$$
$$\alpha_3 = 88\ 07\ 53,85 \qquad m = \pm\, 0,80$$
$$\alpha_4 = 32\ 31\ 56,47 \qquad m = \pm\, 0,53$$
$$\alpha_5 = 102\ 54\ 09,05 \qquad m = \pm\, 0,85.$$

Apportate alle visuali da I_E a Monte del Telegrafo e a Capo Noli, le riduzioni al centro dei segnali, e trasportata la stazione I_E al centro I, gli angoli sopradetti divengono:

$$[4] \quad \begin{cases} \alpha'_1 = 21^\circ\, 27'\, 49'',05 \\ \alpha'_2 = 12\ 17\ 27,44 \\ \alpha'_3 = 86\ 52\ 26,02 \\ \alpha'_4 = 33\ 45\ 14,81 \\ \alpha'_5 = 99\ 09\ 51,70. \end{cases}$$

L'angolo in 1, fra le direzioni 1 T, 1 N, è, secondo la comunicazione accennata dell'Istituto Geografico Militare

$$\omega = 120^\circ\, 37'\, 40'',34;$$

ritenendo tale valore come invariabile, avremo allora, fra gli angoli α, le tre seguenti equazioni di condizione

$$[5]\quad \begin{cases} \alpha'_1 + \alpha'_2 + \alpha'_3 = \omega \\ \alpha'_4 - \alpha'_2 + \alpha'_5 = \omega \\ \alpha'_1 + \alpha'_2 - \alpha'_4 = 0, \end{cases}$$

le quali, mediante sostituzione in esse dei valori numerici [4], e indicate con r_1, r_2, r_3, r_4, r_5, le loro correzioni più probabili, divengono

$$[6]\quad \begin{cases} r_1 + r_2 + r_3 + 2'',17 = 0 \\ r_4 - r_2 + r_5 - 1,27 = 0 \\ r_1 + r_2 - r_4 + 1,68 = 0. \end{cases}$$

Risolvendo questo sistema col metodo dei correlativi, ne dedurremo le equazioni correlanti

$$\begin{aligned} 3\,\mathrm{I} - \mathrm{II} + 2\,\mathrm{III} + 2,17 &= 0 \\ -\mathrm{I} + 3\,\mathrm{II} - 2\,\mathrm{III} - 1,27 &= 0 \\ 2\,\mathrm{I} - 2\,\mathrm{II} + 3\,\mathrm{III} + 1,68 &= 0, \end{aligned}$$

da cui le risolventi

$$\begin{aligned} 3\,\mathrm{I} - \mathrm{II} + 2\,\mathrm{III} + 2,170 &= 0 \\ 8\,\mathrm{II} - 4\,\mathrm{III} - 1,641 &= 0 \\ 8\,\mathrm{III} - 0,118 &= 0, \end{aligned}$$

e per i correlativi i valori

$$\mathrm{I} = -0,675 \qquad \mathrm{II} = +0,225 \qquad \mathrm{III} = +0,039.$$

Se ne ricavano in conseguenza per le r

$$r_1 = -0'',64 \qquad r_2 = -0'',86 \qquad r_3 = -0'',67$$
$$r_4 = +0'',19 \qquad r_5 = +0'',22,$$

valori i quali soddisfano rigorosamente le [6].

Ne conseguono gli angoli corretti

$$[7] \left\{ \begin{aligned} \alpha_1^* &= 21^\circ\, 27'\, 48'',61 \\ \alpha_2^* &= 12\;\; 17\;\; 26,58 \\ \alpha_3^* &= 86\;\; 52\;\; 25,35 \\ \alpha_4^* &= 33\;\; 45\;\; 15,00 \\ \alpha_5^* &= 99\;\; 09\;\; 51,92. \end{aligned} \right.$$

L'errore medio angolare unitario, calcolato con la solita formola

$$m = \sqrt{\frac{[r\,r]}{n}},$$

risulta

$$m = \pm\, 0'',74.$$

Il vertice I è uno dei tre punti italiani di derivazione delle coordinate geodetiche: la sua latitudine astronomica, ridotta al polo medio è (1)

$$\varphi = 44^\circ\, 25'\, 08'',158,$$

e l'azimut astronomico di Monte del Telegrafo sull'orizzonte di I, secondo comunicazione dell'Istituto Geografico Militare

$$117^\circ\, 31'\, 08'',91.$$

Tenendo allora conto dell'angolo α_1^*, e della distanza I S calcolata, ne risulteranno, quali coordinate geodetiche polari della Specola, rispetto all'Istituto Idrografico della Marina

$$\log s = 2,7963710 \qquad (\mathrm{I\,S}) = \alpha = 138^\circ\, 58'\, 57'',32.$$

---

(1) Vedi PASQUALE LEONARDI CATTOLICA: « Determinazione della latitudine dell'Osservatorio del R. Ufficio Idrografico eseguita nel 1898 ».
A pagina 40 di questa pubblicazione è riportato uno specchio delle varie determinazioni astronomiche della latitudine anzidetta, eseguite fuori centro, fin dal 1877. Dei valori elencati, noi abbiamo ritenuto solo quello relativo al marzo 1898, scartando l'altro del Febbraio, perchè dichiarato dall'Autore meno attendibile, e scartando i valori degli anni precedenti, perchè per essi mancano gli elementi per il sicuro calcolo della riduzione al polo medio, e altresì perchè non sono indicati gli errori medi relativi, onde impossibile riesce giudicarne il peso. Il valore tenuto fu dunque

$$\varphi = 44^\circ\, 25'\, 08'',108 \pm 0'',118:$$

la sua riduzione al polo medio importa $+ 0'',16$, e la riduzione al centro trigonometrico $- 0'',110$, da cui $\varphi = 44^\circ\, 25'\, 08'',158$.

Inoltre, assumendo l'Istituto medesimo come origine delle longitudini, sarà facile dedurre le coordinate geografiche di S: basterà, a tal uopo, impiegare le note formole (1):

$$\Delta \varphi = \varphi' - \varphi = \frac{s \cos \alpha}{\rho \operatorname{sen} 1''} - \frac{(s \operatorname{sen} \alpha)^2}{2 \rho N \operatorname{sen} 1''} \operatorname{tg} \varphi$$

$$\Delta \theta = \theta' - \theta = \frac{s \operatorname{sen} \alpha}{N \operatorname{sen} 1'' \cos \varphi'},$$

$$m = \Delta \theta \operatorname{sen} \frac{1}{2} (\varphi + \varphi'),$$

$$\alpha' = \alpha + m + 180,$$

dove con φ, θ, s'intendono le coordinate geografiche del punto iniziale della geodetica; con φ', θ', quelle del punto terminale; con α l'azimut iniziale; con α' l'azimut reciproco; con s la lunghezza della geodetica e con m la convergenza dei meridiani.

Eseguiti i calcoli, previa sostituzione dei valori numerici testè riportati e dedotti, si trovano, quali coordinate geografiche della Specola geodetica dell'Università di Genova (asse del pilastrino costrutto sul ripiano superiore della Torre dell'Osservatorio Meteorologico)

$$\varphi = 44^\circ 24' 52'',862 \qquad \theta_S = + 0^\circ 00' 18'',563,$$

e per l'azimut geodetico della direzione Specola-Istituto

$$(S\,I) = 318^\circ 59' 10'',31.$$

*
* *

Se alle coordinate geografiche della Specola da noi dedotte, uniamo le coordinate geografiche dei vertici cui si appoggiò il collegamento, otteniamo lo specchio seguente

Monte del Telegrafo	T	φ = 44° 19′ 34″,76	ω = + 0° 14′ 49″,123
Specola	S	44 24 52,86	+ 0 00 18,56
Istituto Idrografico	I	44 25 08,16	0 00 00,00
Semaforo di Capo Noli	N	44 11 35,07	− 0 30 10,21.

(1) N. JADANZA: « Guida al calcolo delle coordinate geodetiche ». Torino, 1891, p. 47.

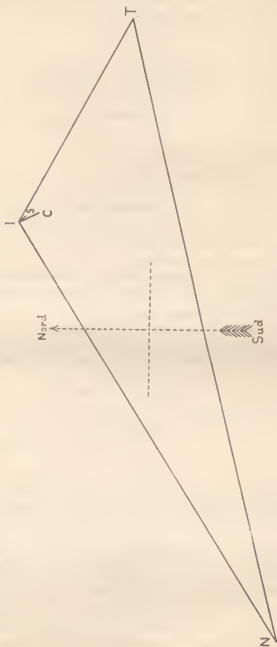



Fig. 2.

Volendo rappresentare in proiezione naturale la rete costituita da questi punti, si potrà assumere, come parallelo centrale della carta, quello corrispondente alla latitudine

$$\varphi_0 = 44^\circ\ 18'\ 21'',65$$

media delle due latitudini estreme; e come meridiano centrale quello corrispondente alla longitudine

$$\theta_0 = -\ 0^\circ\ 07'\ 40'',54,$$

media delle due estreme: i punti della carta andranno riferiti ad un sistéma di assi ortogonali con l'origine nel suo centro, con l'asse delle x tangente al parallelo e diretto positivamente verso Est, e con l'asse delle y tangente al meridiano e diretto positivamente verso il Nord.

Le coordinate x ed y, di un punto qualunque della carta, di date coordinate geografiche φ, θ, si calcoleranno allora con le formole

$$x = k\ N \cos\varphi\ (\theta - \theta_0)''\ \text{sen}\ 1''$$
$$y = k\ N\ \rho_m\ (\varphi - \varphi_0)''\ \text{sen}\ 1'',$$

dove con k si è indicata la scala della carta, e con ρ_m il valore di ρ relativo alla latitudine

$$\varphi_m = \frac{\varphi + \varphi_0}{2}.$$

Adottando per la scala il valore

$$k = \frac{1}{300.000},$$

si avranno, in corrispondenza alle coordinate geografiche precedentemente riportate, i seguenti valori delle

Coordinate cartografiche dei vertici della rete.

Monte del Telegrafo	T	$x = +\ 0^m,0998$	$y = +\ 0^m,0075$
Specola	S	$+\ 0,0353$	$+\ 0,0402$
Istituto Idrografico	I	$+\ 0,0340$	$+\ 0,0418$
Semaforo di Capo Noli	N	$-\ 0,1000$	$-\ 0,0418.$

Con queste coordinate venne costruita la carta riportata nella Fig. II della Tavola annessa al presente lavoro.

Genova, Luglio 1910.

UBALDO BARBIERI.

NOTIZIE ASTRONOMICHE

*** **Dispersione della luce negli spazi intrastellari**. – All'Osservatorio di Pulkowa sono state eseguite dall'astronomo Beljawsky, nell'autunno del 1909, numerose fotografie della variabile, del tipo Algol, *RZ Cassiopeiae*, adoperando due filtri, di cui uno lasciava passare soltanto i raggi visivi, l'altro soltanto i raggi fotografici. Dalla copiosa serie di fotografie, prese in rapida successione, il Beljawsky dedusse i tempi dei massimi visuali e fotografici, e trovò che il massimo visuale era ritardato di 6 minuti rispetto al massimo fotografico. Questo risultato, contrario a quelli ottenuti dai precedenti Osservatori, è stato confermato, sebbene in una scala minore, da una successiva revisione. (" Mitteilungen der Nikolai — Hauptsternwarte zu Pulkowo ", vol. III, n. 31),

*** **Stelle colorate**. — Nel n. 4441 delle " Astronomische Nachrichten " l'astronomo F. Krüger, direttore-proprietario dell'osservatorio privato di Altenburg (Sassonia), ha pubblicato un'ulteriore lista di stelle colorate comprese tra il polo nord e il 60° grado di declinazione boreale.

*** **I colori delle stelle variabili**. — È stata fatta dall'astronomo inglese W. S. Franks uno studio interessante sui colori e sugli spettri delle stelle variabili. Le stelle del tipo Algol e le variabili a breve periodo sono generalmente bianche o giallo-pallide, invece le variabili a lungo periodo vanno, in generale, dal color giallo ranciato al ranciato rosso. (V. " Astr. Nachr. " n. 4423).

Come si sa, diconsi stelle di tipo Algol o ad eclissi temporanee quelle variabili che conservano uno splendore *uniforme e massimo* durante la maggior parte del loro periodo.

A proposito delle stelle variabili ricordiamo che si leggerà sempre con profitto l'eccellente monografia pubblicata su questo argomento dall'astronomo Bigourdan nell'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1909.*

*** **Una nuova Società astronomica** è quella che, secondo il *The Pioneer Mail* è stata fondata recentemente nell'India inglese allo scopo di aiutare i dilettanti d'astronomia per mezzo di riunioni, di pubblicazioni e di divulgazione delle novità astronomiche.

Della nuova Associazione, che si propone anche di fondare una biblioteca astronomica e di pubblicare un giornale, è presidente il sig. H. G. Tompkins, di Calcutta.

*** **Due stelle nuove** furono scoperte ultimamente dalla signora W. P. Fleming, addetta al servizio della fotografia nell'Osservatorio dell'Harvard College (Massachussets, Stati Uniti).

— La prima fu scoperta il 1° ottobre scorso nella costellazione del Sagittario, approssimativamente nella seguente posizione riferita al 1875.0:

ascensione retta: $17^h 52^m 15^s$ declinazione: $- 27° 32'.3$.

La stella si è rintracciata su 16 fotografie prese tra il 21 marzo e il 10 giugno dell'anno corrente ad Arequipa nel Perù, dove l'Osservatorio dell'Harvard College ha una succursale. Allora l'astro aveva una grandezza che, dalla prima all'ultima data, fu stimato variante da 7,8 a 8,6.

La stella non apparisce invece sulle diciassette fotografie che furono prese nella stessa regione del cielo dal 23 luglio 1889 al 7 ottobre 1909, benchè la maggior parte di esse contengano stelle di grandezza inferiore alla 12ª ed una mostri persino stelle di 15ª grandezza.

Il 3 ottobre l'astronomo Campbell dello stesso Osservatorio confermò, con un'osservazione fatta al riflettore di 24 pollici, la presenza di questa stella, che giudicò di grandezza 10,5 circa.

Appena giunse all'Osservatorio Lick (California) il telegramma che dava l'annunzio della scoperta, vennero subito eseguite colà delle ricerche per identificare la stella, mentre si prendevano disposizioni per fotografarne lo spettro. L'identificazione della stella, che si trova in una regione assai ricca della Via lattea, è riuscita molto difficile e la si ottenne confrontando una fotografia di quella regione celeste presa ora, con una presa da Barnard nel 1892.

Le fotografie dello spettro di questa stella, ottenute da Wright e Burns all'Osservatorio Lick, mostrano lo spettro caratteristico delle stelle nuove, formato da linee nere e da linee brillanti strette l'una all'altra così da sembrare appartenenti ad uno stesso elemento.

— La seconda stella nuova si trova nella costellazione dell'Ara, approssimativamente nella seguente posizione riferita al 1875,0:

ascensione retta: $16^h\,31^m\,4^s$ declinazione: $-52°\,10'.6$.

Fu scoperta il 13 ottobre 1910 e si è rintracciata su 21 fotografie prese ad Arequipa tra il 4 aprile e il 3 agosto dell'anno in corso. La variazione della grandezza della stella tra queste due date fu stimata da 6,0 a 10,0.

La stella non compare invece su 44 fotografie che furono prese tra il 20 agosto 1889 e il 19 marzo 1910, sebbene quasi tutte queste mostrino stelle di grandezza inferiore alla 12ª e due contengano pure stelle di 15ª grandezza.

*** **Società astronomica di Tolosa**. — L'11 luglio scorso è stata fondata a Tolosa da numerosi astrofili e col concorso degli astronomi dell'Osservatorio di quella città una nuova Società astronomica che si propone di volgarizzare nel sud-ovest della Francia le scoperte astronomiche, di diffondere il gusto per questa scienza e di sistemare le ricerche di astronomia.

Alla Società consorella, che ha nominato membro d'onore il nostro illustre consocio Camillo Flammarion, le nostre più vive felicitazioni e i più cordiali auguri di prosperità.

*** **Ricerche sui colori delle stelle fisse**. — Tutti sanno quanta importanza abbia lo studio dei colori delle stelle, per le conoscenze a cui esso può condurre circa lo stato fisico e lo stato di età di quegli astri. Chi poi si occupa di ricerche fotometriche di precisione delle stelle ha dovuto constatare, con l'esperienza, che tutte le ricerche di quel tipo sono considerevolmente affette dall'influenza dei colori delle stelle. D'altra parte si sa che la rifrazione subita dal

raggio luminoso delle stelle attraverso l'atmosfera terrestre dipende dal colore delle stelle stesse e che la differenza di rifrazione tra stelle di colori differenti ha una influenza sensibilissima, specialmente sulle osservazioni fotogrammetriche delle stelle.

Finora gli studi sui colori delle stelle non furono molto copiosi, sia per la difficoltà dello studio in sè, sia per i metodi seguiti nello studio. Il colorimetro di Zöllner è inapplicabile alla massima parte delle stelle, mentre il metodo di stima presenta naturalmente delle notevoli incertezze ed anche delle copiose inesattezze. Tra i vari metodi escogitati in questi ultimi tempi per uno studio così delicato ha fatto così buona prova quello inventato dai fratelli Henry, valenti astronomi francesi, a proposito delle osservazioni del pianeta Eros per la determinazione della parallasse solare. Il metodo consiste nel porre davanti l'obiettivo, e perpendicolarmente al suo asse, un *réseau* a linee parallele, il quale produce al fuoco, oltre l'immagine principale di una stella qualsiasi, una serie di spettri di diffrazione situati su una stessa linea retta. Misurando la distanza tra gli spettri coniugati, situati simmetricamente rispetto all'immagine centrale, si può determinare la lunghezza d'onda media dello spettro fotografico della stella. I fratelli Henry non hanno applicato questo metodo che alla ricerca dell'influenza prodotta dalla dispersione atmosferica sulle posizioni relative del pianetino Eros e delle stelle. Sembra che essi non abbiano pensato ad applicare il metodo anche allo studio dei colori delle stelle. Ma l'importanza del metodo fu più tardi rilevata da Hertzprung, che fece nel 1908 notevoli studi sulla dispersione atmoferica. Bergstrand, applicando lo stesso metodo, è arrivato a notevoli conclusioni, che il valente astronomo svedese ha pubblicato nelle *Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis* (Serie IV, vol. 2°, n. 1). Egli ha trovato che determinando le lunghezze d'onda effettive mediante il *réseau* si può ottenere una scala di colori naturale e continua per le stelle lisse. Qusta scala ha il vantaggio di essere affatto indipendente dalle qualità fisiologiche dell'occhio dell'osservatore. Poichè l'equivalenza del colore viene espressa in lunghezza d'onda, si potranno dedurre facilmente conclusioni importanti sui coefficienti di rifrazione valevoli per le differenti stelle. Così pure si potrà studiare l'influenza della dispersione atmosferica, che, come si è già detto, rende diversa l'azione della rifrazione sulle posizioni delle stelle di colori differenti, azione che deve senza dubbio avere una considerevole differenza sull'esattezza delle osservazioni fotografiche delle stelle fisse.

Facendo poi ricerche con lastre ortocromatiche, in combinazione con uno schermo colorato, il Bergstrand ha potuto dimostrare che mediante tale combinazione si può eliminare l'influenza nociva della dispersione atmosferica. Questo è un risultato importantissimo per le misure astrofotografiche di grande precisione, e specialmente per la ricerca della parallasse delle stelle fisse, quantunque la perdita inevitabile di luce, che si ha con tale metodo, restringa naturalmente il campo di ricerche.

Infine l'insigne astronomo fa osservare che, per quanto riguarda il colore, le stelle possono venir classificate in due categorie ben distinte: l'una di *stelle bianche*, l'altra di *stelle gialle*. Per le stelle della prima classe la lunghezza d'onda effettiva ha un valore medio di circa 420 $\mu\mu$, mentre che per le stelle

della seconda classe la lunghezza d'onda cresce lentamente da 435 μμ a 450 μμ circa. Inoltre se si fa il rapporto tra la lunghezza d'onda effettiva e la grandezza si ottiene per le stelle bianche una quantità che cresce con la grandezza delle stelle, mentre che per le stelle gialle questa quantità è in media quasi costante o decresce lentamente con l'aumentare della grandezza, tranne quando si tratti delle grandezze più elevate.

⁂ **Ufficio centrale meteorico.** — Per iniziativa dei signori G. Riegler, di Vienna, e C. Birkenstock, di Anversa, è stata fondata, sotto gli auspici della Società Astronomica di Anversa, un'organizzazione internazionale per l'osservazione delle meteore. Il primo numero delle pubblicazioni di questa nuova Associazione è uscito nel giugno scorso. Esso contiene, oltre alla storia della fondazione, il programma generale, il piano d'osservazione, gli statuti amministrativi e osservazioni sistematiche di stelle filanti eseguite nel 1908 e 1909.

Le comunicazioni devono essere indirizzate al Direttore del " Bureau central météorique ", avenue Margrave, 122, ad Anversa (Belgio).

Fenomeni principali del Gennaio 1911.

(Tempo medio civile dell'Europa Centrale).

Gennaio 1. A $21^h 49^m$ Urano in congiunzione con la Luna (Urano 4° 14′ N).
2. A $1^h 0^m$ Mercurio in congiunzione con la Luna (Mercurio 5° 15′ N).
3. A 6^h Saturno stazionario.
3. A 16^h il Sole al perigeo.
5. A 3^h Mercurio al perielio.
5. A 4^h Mercurio in congiunzione con Urano (Mercurio 1° 57′ N).
5. A $19^h 19^m$ Mercurio in congiunzione con Venere (Mercurio 2° 50′ N).
6. A $6^h 36^m$ Venere in congiunzione con Urano (Venere 0° 41′ S).
7. A 14^h Venere all'afelio.
9. A $6^h 12^m$ Saturno in congiunzione con la Luna (Saturno 1° 4′ S)
10. A 11^h Mercurio in congiunzione inferiore col Sole.
11. A 13^h Nettuno in opposizione al Sole.
14. A $16^h 22^m$ Nettuno in congiunzione con la Luna (Nettuno 5° 11′ S).
15. A 10^h Mercurio alla massima latitudine eliocentrica N.
16. A 14^h Urano in congiunzione col Sole.
21. A $4^h 32^m$ il Sole entra nel segno Acquario.
21. A 5^h Saturno in quadratura col Sole.
21. A 14^h il pianetino Giunone in congiunz. colla Luna (Giunone 1° 8′ N).
21. A 14^h Mercurio stazionario.
23. A $6^h 49^m$ Giove in congiunzione con la Luna (Giove 0° 57′ N).
26. A $23^h 34^m$ Marte in congiunzione con la Luna (Marte 2° 59′ N).
28. A $6^h 31^m$ Mercurio in congiunzione con la Luna (Mercurio 5° 59′ N).
29. A $7^h 51^m$ Urano in congiunzione con la Luna (Urano 4° 17′ N).
30. A 7^h Venere alla massima latitudine eliocentrica S
31. A $16^h 3^m$ Venere in congiunzione con la Luna (Venere 3° 37′ N).

Fasi lunari: 8	Gennaio,	Primo Quarto	a 7h 20m
14	"	Luna Piena	" 23 26
22	"	Ultimo Quarto	" 7 21
30	"	Luna Nuova	" 10 45

Luna perigea: 13 Gennaio a 1h.
Luna apogea: 24 " " 21h.

I pianeti in Gennaio 1911.

Mercurio, nella costellazione del Sagittario, sarà visibile nei primi del mese come stella della sera, ed alla fine come stella del mattino.

Venere si troverà prima nella costellazione del Sagittario e poi in quella del Capricorno. Sarà visibile alla fine del mese poco dopo il tramonto del Sole.

Marte, nella costellazione del Sagittario, sarà osservabile al mattino. Il suo diametro angolare apparente sarà di 4",06 al primo del mese, e di 4",42 all'ultimo. In corrispondenza la distanza del pianeta dalla Terra andrà scendendo da 2,299 a 2,112 volte la distanza media della Terra dal Sole.

Giove si troverà nella costellazione della Libra, e sarà osservabile al mattino. Il suo diametro polare apparente scenderà, nel mese, da 31",10 a 33",78, ciò che corrisponde ad un avvicinamento del pianeta a noi da 5,859 a 5,394 volte la distanza media della Terra dal Sole.

Nel mese saranno osservabili le seguenti eclissi dei quattro satelliti galileiani del pianeta:

(Tempo medio civile dell'Europa Centrale).

Gennaio	5 — II	III satellite	entra nell'ombra	a	6h 2m.7
"	5 — "	III "	esce dall'ombra	"	7 36.0
"	12 — "	I "	entra nell'ombra	"	4 42.0
"	15 — "	II "	" "	"	4 55.0
"	19 — "	I "	" "	"	6 35.3
"	22 — "	II "	" "	"	7 28 8

Tutti questi fenomeni avvengono ad *occidente* di Giove, ossia alla *sinistra* di questo pianeta per chi osservi con un cannocchiale che inverta le immagini.

Saturno, nell'Ariete, sarà osservabile alla sera e alla notte da S a W. Al primo del mese esso disterà da noi di 8,847 volte la distanza media della Terra dal Sole; all'ultimo la sua distanza da noi sarà cresciuta a 9,338 volte la stessa unità di misura. In corrispondenza il diametro polare apparente del pianeta scenderà da 17",38 a 16",46.

Urano si troverà nel Sagittario e non sarà osservabile.

Nettuno, nei Gemelli, sarà visibile tutta la notte. V. F.

BIBLIOGRAFIA

G. Costanzo e C. Negro: **Meteorologia agricola**. — Milano, U. Hoepli, 1911. — Prezzo: L. 3,50.

Questo manualetto, che viene edito con la solita cura dall'Hoepli, si propone di servire di preferenza alla scienza che più direttamente risente gli effetti delle variazioni dei fattori meteorologici: l'agricoltura. Questa è certo una scienza che ha ben poco di comune con l'astronomia, e perciò non sarebbe forse questo il luogo per dire della nuova pubblicazione. Ma il piccolo manuale è fatto con tanta cura e tratta così bene e con notevole competenza dei fenomeni meteorologici, che non possiamo far a meno di additarlo con piacere a quelli dei nostri lettori che s'interessano di meteorologia.

r. f.

***

J. Bosler, astronome à l'Observatoire de Meudon: **Les théories modernes du Soleil**. — Un volume in-18 jésus, cartonné toile, de 380 pages, avec 49 figures dans le texte. — Prix: 5 frs.

Gli editori Octave Doin et Fils, di Parigi (place de l'Odéon, 8), continuando le pubblicazioni dell'ottima "*Encyclopédie scientifique*", intraprese da pochi anni, hanno, nella *Bibliothèque d'Astronomie et Physique céleste*, così ben diretta dal nostro illustre consocio J. Mascart, pubblicato questo lodevolissimo lavoro del giovane astronomo di Meudon, nel quale vengono trattate sobriamente, con notevole chiarezza e con serietà le questioni che si presentano nello studio del Sole. L'Autore non soltanto espone, ma discute anche le idee che oggidì predominano sulla costituzione interna del Sole, sulla sua temperatura, sulla fonte inesauribile del suo calore, sull'influenza magnetica esercitata da quell'astro sulle nostre bussole, ecc., ecc. Tra le varie teorie notiamo quella curiosa di Julius, secondo la quale il Sole non sarebbe che una vasta illusione ottica.

Un copioso indice bibliografico, un indice alfabetico degli autori ed un altro delle materie, oltre ad una tavola sistematica di queste ultime, completano il bel manuale, che sarà certamente letto con molto diletto e con grande profitto.

r. f.

BIBLIOTECA SOCIALE

Opere ricevute in dono. — Continuiamo l'elenco delle pubblicazioni ricevute in dono, e porgiamo vivi ringraziamenti ai donatori:

Observatorio de Fisica Cósmica del Ebro. — Boletín mensual del Observatorio del Ebro, Enero de 1910, Vol. 1, N. 1. (Dono dell'Osservatorio).

A. L. Andreini. — Osservazioni e proposte intorno ad una parte della terminologia relativa alla Geografia Matematica. Relazione presentata al VII Congresso Geografico Italiano, Palermo, Maggio 1910. — Firenze, Tipog. dell'*Opinione Geografica*, 1910. (Dono dell'A.).

L. Palazzo. — Magnetic Charts of the Island of Sardinia. — Dal " Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity ", Settembre 1909 (Dono dell'A.).

Id. — Beschreibung zweier Vorrichtungen zum Abwerfen oder Entleeren eines Ballons bei den Ballonaufstiegen über dem Meere. — Estratto dai " Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre ", Strassburg 1908. (Dono dell'A.).

Id. — Sur l'opportunité d'étendre l'enquête entreprise sur la distribution géographique d'un phénomène acoustico-seismique auquel se rattachent les Mistpoeffers et les Brontidi. (Dono dell'A.).

Id. — Confronti degli strumenti magnetici dell'Ufficio centrale meteorologico e geodinamico di Roma con quelli degli Osservatori di Potsdam e di Pola. — Dagli " Annali del R. Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico ", Serie seconda, Vol. XXIII, Parte I, 1901. — Roma, Tipografia Nazionale di G. Bertero e C., 1907. (Dono dell'A.).

Id. — Un projet de triangulation séismique à réaliser au moyen de la télégraphie sans fil. (Dono dell'A.).

Id. — La spedizione aereologica italiana a Zanzibar nel luglio 1908. — Estratto dagli " Annali del R. Ufficio Centrale Meteorologico e Geodinamico ", Volume XXX, 1908, Parte I. — Roma, Tipografia Nazionale di G. Bertero e C. 1910. (Dono dell'A.).

Prof. Geom. Augusto Stabile. — Gli istrumenti topografici ed il loro uso. — Topografia pratica (con 44 illustrazioni e tavole numeriche). 5ª edizione riveduta ed aumentata. — Ditta G. B. Paravia e C., 1910. (Dono dell'A.).

Prof. G. Naccari. — Le comete e la cometa di Halley. Conferenza, con proiezioni, tenuta nelle sere dell'8 e del 20 aprile 1910 all'Ateneo veneto, e nella sera del 17 maggio all'Università popolare di Verona. — Venezia, Istituto veneto di arti grafiche, 1910. (Dono dell'A.).

Dott. P. Gamba. — Le Osservazioni delle Nubi superiori e la probabilità della pioggia. — Torino, Tipografia degli Artigianelli, 1910. (Dono dell'A.).

P. Debye. — Semikonvergente Entwickelungen für die Zylinderfunktionen und ihre Ausdehnung ins Komplexe. — München, 1910. (Dono della " Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften Mathematisch-physikalische Klasse ").

Dott. E. Guerrieri. — La grande cometa (1910 A). — Estratto dalla " Rivista di Fisica, Matematica e Scienze Naturali ". Anno XI, novembre 1910, N. 131. — Pavia, Premiata Tipografia Successori Fratelli Fusi, 1910. (Dono dell'A.).

A. Pringsheim. — Ueber Konvergenz und funktionentheoretischen Charakter gewisser limitär-periodischer Kettenbrüche. — München, 1910 (Dono della " Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften Mathematisch-physikalische Klasse ").

M. Dieckmann. — Funkentelegraphische Empfangsstörung. — München, 1910. (Dono della " Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften Mathematisch-physikalische Klasse ").

A. Rothpletz. — Ueber die Ursachen des Kalifornischen Erdbebens von 1906. München, 1910. (Dono della " Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften Mathematisch-physikalische Klasse ").

E. von Drygalski. — Das Schelfeis der Antarktis am Gaussberg. -- München, 1910. (Dono della " Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften Mathematisch-physikalische Klasse ").

G. V. Callegari. — Flammarion. — Firenze, La Rinascenza del libro. Casa Editrice Italiana. (Dono dell'A.).

Dott. O. Lazzarino. — Variazioni della declinazione magnetica osservate nella R. Specola di Capodimonte nell'anno 1906. — Estratto dai " Rendiconti della R. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli ", Fascicolo 8°-12°, agosto-dicembre 1909. (Dono dell'A.).

Id. — Determinazioni assolute dell'Inclinazione Magnetica nel R. Osservatorio di Capodimonte eseguite negli anni 1907, 1908 e 1909. — Estratto dai " Rendiconti della R. Accademia di Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli ", Fasc. 7°, 8° e 9°, luglio, agosto e settembre 1910. (Dono dell'A.).

Id. — Osservazioni Meridiane del Pianeta Marte eseguite nel R. Osservatorio di Capodimonte durante l'opposizione dell'anno 1909. (Dono dell'A.).

Prof. R. Stiattesi. — Il preavvisatore sismico Stiattesi. — Torino, Tipografia San Giuseppe degli Artigianelli, 1910. (Dono dell'A.).

AVVISO

Dovendosi attendere allo riordinamento della Biblioteca Sociale, si pregano i signori Soci, che tengono in prestito libri della detta Biblioteca, di volerli restituire al più presto possibile.

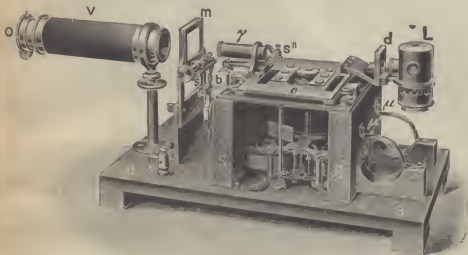
Demaria Giuseppe, *gerente responsabile*.

Torino, 1910. — Tipografia G. U. Cassone, via de la Zecca, num. 11.

LA FILOTECNICA

Ing. A. Salmoiraghi & C.

— MILANO —

Istrumenti Astronomici e Geodetici

Apparato a stelle artificiali

per la determinazione dell'equazione personale, per insegnare ed addestrare a rilevare passaggi del sole, dei pianeti, delle stelle ai fili collimatori dei cannocchiali astronomici (utilissimo per l'insegnamento dell'Astronomia pratica). — Prezzo L. 750.

Equatoriali ottici e fotografici — Istrumenti dei passaggi, Circoli meridiani — Spettroscopi di ogni specie — Spettrometri — Cannocchiali per uso astronomico e terrestre — Cercatori di comete — Micrometri anulari e filari — Istrumenti Magnetici, Geodetici, Nautici, Topografici.

Specialità in Istrumenti di Celerimensura e Tacheometria.

Cataloghi *delle varie classi di istrumenti* ***gratis*** *a richiesta*

GRAND PRIX: World's Fair St. Louis, 1904.
25 PREMI di 1ª Classe. MILANO 1906, Fuori Concorso.

Appena uscito il **MANUALE PRATICO** per l'uso dell'**Istrumento dei passaggi** nella determinazione astronomica del tempo dell'Ing. A. Salmoiraghi.